ФИЗИЧЕСКОЕ ОБОЗРѢНІЕ

ОСНОВАННОЕ

заслуженнымъ профессоромъ Н. А. Зиловымъ

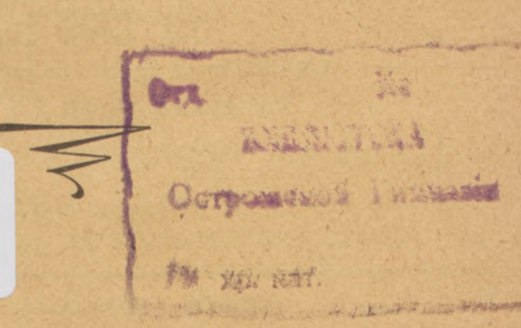
И ИЗДАВАЕМОЕ

профессоромъ Г. Г. Де-Метцомъ.

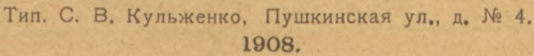
1908 г. ТОМЪ 9. № 6.



СОДЕРЖАНІЕ.









КІЕВЪ.
Тип. С. В. Кульженко, Пушкинская ул., д. № 4.
1908.

ОТЪ РЕДАКЦІИ:

Съ этимъ № подписчикамъ разсылается дополнительный каталогъ № 126 фирмы **R. Fuess, Steglitz bei Berlin.**

ФИЗИЧЕСКОЕ ОБОЗРѢНІЕ

ЖУРНАЛЪ,

основанный заслуж. проф. П. А. Зиловымъ

и издаваемый проф. Г. Г. Де-Метцомъ.

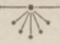
ТОМЪ ДЕВЯТЫЙ.



1908 г.

Министерствомъ Народнаго Просвѣщенія журналъ рекомендованъ для фундаментальныхъ и ученическихъ (старшаго возраста) библіотекъ мужскихъ гимназій и реальныхъ училищъ, для фундаментальныхъ библіотекъ женскихъ гимназій и для библіотекъ учительскихъ институтовъ и семинарій.

Министерствомъ Торговли и Промышленности журналъ рекомендованъ для фундаментальныхъ библіотекъ коммерческихъ учебныхъ заведеній.





КІЕВЪ.
Типографія С. В. Кульженко, Пушкинская ул., домъ № 4.
1908.



Revue de Physique

JOURNAL SCIENTIFIQUE ET POPULAIRE

Fondée par
M. le Prof. Ziloff.

dirigée par
M. le Prof. G. De-Metz.

à Kiew, rue du Théâtre, 3.

Neuvième année.

1908.

La Revue de Physique est recommandée par le Ministère de l'Instruction Publique et par le Ministère du Commerce et de l'Industrie.

СОДЕРЖАНІЕ 9-го ТОМА.

Обзоры.

Рѣчи, лекціи и некрологи.

Преподаваніе физики.

Хроника.

Библіографія и рецензіи.

Указатели.

ФИЗИЧЕСКОЕ ОБОЗРѢНІЕ

1908 г. ТОМЪ 9. № 6.

Свѣтъ и строеніе матеріи.

Г. А. Лоренца[1]).

Среди всѣхъ пособій, которыя физика доставила біологамъ и медикамъ, на первомъ мѣстѣ долженъ быть поставленъ микроскопъ. Каждое его улучшеніе порождало массу новыхъ открытій, и въ нѣкоторыхъ біологическихъ изслѣдованіяхъ предѣлъ достижимаго опредѣляется той границей, до которой можетъ быть поднята разрѣшающая способность микроскопа.

Поэтому мое намѣреніе направить сегодня ваше вниманіе на новѣйшія улучшенія въ области микроскопическаго изслѣдованія, надѣюсь, будетъ соотвѣтствовать цѣли настоящаго собранія; попутно я присоединю нѣкоторыя замѣчанія относительно значенія оптическихъ явленій для нашихъ воззрѣній на строеніе матеріи.

Когда рѣчь идетъ о новѣйшемъ микроскопѣ, то мы прежде всего должны вспомнить объ Аббе и о примѣненной имъ теоріи свѣтовыхъ колебаній къ образованію оптическихъ изображеній въ микроскопѣ. Идеи, которыя въ этомъ случаѣ примѣнялись, были высказаны отчасти Христіаномъ Гюйгенсомъ, отчасти позднѣйшими физиками, особенно Френелемъ. Послѣдователями Гюйгенса къ его свѣтовой теоріи было добавлено важное разъясненіе, что при свѣтовыхъ явленіяхъ мы имѣемъ дѣло не съ распространеніемъ отдѣльныхъ толчковъ или независимыхъ другъ отъ друга нарушеній равновѣсія, но съ правильною последовательностью колебаній; число этихъ колебаній въ секунду

[1]) Рѣчь, произнесенная 7 апрѣля 1907 г. при открытіи XI Съѣзда Нидерландскихъ врачей и естествоиспытателей.

опредѣляетъ цвѣтъ: для краснаго оно достигаетъ почти 400 билліоновъ въ секунду, а для фіолетоваго 750 билліоновъ [1]).

Съ числомъ колебаній тѣсно связана длина свѣтовой волны, т. е. разстояніе между тождественными состояніями колебанія по направленію луча, которое можно сравнить съ разстояніемъ двухъ гребней на поверхности воды: это разстояніе для только что упомянутыхъ лучей равно 0,8 и 0,4 микрона, т. е. 0,8 и 0,4 тысячной доли миллиметра. Френель показалъ, что эта длина волны во многихъ случаяхъ и рѣшаетъ вопросъ о томъ, что можно видѣть и чего нельзя.

Особенно онъ любилъ заниматься явленіями, которыя наступаютъ, когда свѣтъ проникаетъ чрезъ узкія отверстія или когда онъ встрѣчаетъ на своемъ пути предметъ весьма малыхъ размѣровъ. Въ этихъ случаяхъ приходится отказаться отъ прямолинейнаго распространенія свѣта, которое такъ сильно бросается въ глаза при всѣхъ ежедневныхъ явленіяхъ: за узкимъ отверстіемъ свѣтъ распространяется по направленіямъ, отклоняющимся отъ продолженія падающихъ лучей, а маленькій непросвѣчивающій предметъ омывается свѣтовыми волнами, подобно тому, какъ водяныя волны омываютъ какой нибудь столбъ. На такія явленія загибанія или диффракціи свѣта, какъ показали это Аббе и Гельмгольцъ, и приходится обращать вниманіе при микроскопическихъ изслѣдованіяхъ. Хотя при Гюйгенсѣ еще не было и рѣчи объ явленіяхъ загибанія, однако имя его мы можемъ связать какъ съ новѣйшей теоріей микроскопа, такъ и съ другими вопросами, которыхъ я буду сегодня касаться. Въ его Traité de la lumière (ученіе о свѣтѣ) можно найти изложеніе принципа, которымъ и до сихъ поръ пользуются въ этихъ теоріяхъ, и который заключается въ томъ, что свѣтовыя колебанія распространяются во всѣ стороны изъ каждой точки, которую они встрѣчаютъ, и такимъ образомъ каждая такая точка можетъ быть разсматриваема, какъ новый центръ колебаній. Поэтому понятно, что изъ различныхъ точекъ отверстія свѣтъ попадаетъ и въ такія мѣста, которыя при прямолинейномъ распространеніи свѣта оставались бы въ темнотѣ, а колебанія, которыя достигли до точекъ, лежащихъ по обѣ стороны предмета,

---

[1]) 400 и 750 билліоновъ по нѣмецкой системѣ счисленія, по русской же—400 и 750 трилліоновъ.

оттуда уже могутъ зайти и въ пространство, лежащее за этимъ предметомъ.

Примѣненіе этого принципа къ образованію изображеній въ микроскопѣ привело къ замѣчательнымъ результатамъ, которые были подтверждены наблюденіями. О вполнѣ рѣзкихъ изображеніяхъ въ томъ смыслѣ, что свѣтъ, исходящій изъ опредѣленной точки предмета собирается въ одну точку плоскости изображенія, тутъ не можетъ быть и рѣчи. Наоборотъ, колебанія, исходящія изъ свѣтящейся точки, распространяются по извѣстной области: точка изображается не точкой, а маленькимъ свѣтовымъ кружкомъ. Слѣдствіемъ этого является то, что двѣ точки, лежащія другъ отъ друга на весьма маленькомъ разстояніи, въ изображеніи сливаются, ихъ нельзя больше различить, и очень тонкія детали объекта въ общемъ теряются въ его изображеніи. Такимъ образомъ сама природа свѣта ставитъ границу разрѣшающей силѣ микроскопа, и эта граница опредѣляется какъ разъ длиной свѣтовой волны!

Вообще можно сказать, что при благопріятныхъ обстоятельствахъ точки, разстояніе между которыми равняется длинѣ нѣсколькихъ волнъ, могутъ быть ясно различены другъ отъ друга, и если получено дѣйствительно изображеніе предметовъ такой величины, то ихъ можно и видѣть въ дѣйствительномъ видѣ. Напротивъ того, нельзя и думать о точномъ изображеніи предметовъ или структуръ, изображенія которыхъ составляютъ какую-нибудь часть длины волны. Счастье, что длина волны, какъ я уже сказалъ, такъ мала! Для лучей, которые въ солнечномъ или дневномъ свѣтѣ обладаютъ наибольшей интенсивностью, она равняется 550 милліонныхъ долей миллиметра, и если мы говоримъ о границахъ разрѣшающей силы микроскопа, то мы должны думать о размѣрахъ нѣсколько меньшихъ микрона.

Невозможность образованія изображеній весьма маленькихъ предметовъ можно понять, если мы вспомнимъ, что мы, вообще, видимъ предметъ только благодаря тѣмъ измѣненіямъ, которыя онъ вноситъ въ распространеніе свѣтовыхъ колебаній; поэтому предметъ невиденъ, если свѣтовыя волны омываютъ его со всѣхъ сторонъ.

Средства, благодаря которымъ можно увеличить разрѣшающую силу микроскопа, и которыя могутъ быть использованы съ хорошимъ результатомъ, являются теперь сами собой. Одно

изъ нихъ есть такъ называемая иммерсіонная система, при которой пространство между предметомъ и объективомъ микроскопа наполняется водой или другой болѣе сильно преломляющей жидкостью. Хотя предметъ и отдѣляется покрывнымъ стеклышкомъ отъ жидкости, дѣло сводится однако къ тому, какъ если-бы онъ самъ лежалъ въ жидкости; приходится принимать въ разсчетъ не длину волны въ воздухѣ, а длину волны въ промежуточной жидкости. Если извѣстно, что длина волны напримѣръ въ водѣ равна $^3/_4$ длины волны въ воздухѣ, а въ кедровомъ маслѣ $^2/_3$ ея, то легко понять преимущество иммерсіонной системы, сравнительно съ сухой.

Второе средство состоитъ въ употребленіи ультра-фіолетовыхъ лучей, которые, какъ вамъ извѣстно, отличаются отъ видимыхъ свѣтовыхъ лучей еще меньшею длиною волны. Правда, они не дѣйствуютъ на нашу сѣтчатку, но все таки изображенія, полученныя съ ихъ помощью, можно обнаружить посредствомъ фотографіи. Затрудненія при примѣненіи этихъ лучей въ послѣдніе годы были преодолены Кёлеромъ[1]), научнымъ сотрудникомъ Цейссовскаго института, при содѣйствіи М. фонъ-Рора. Я достаточно охарактеризую его долголѣтнюю и трудную работу, если скажу, что ему пришлось перестроить заново весь микроскопъ. Линзы этого микроскопа состоятъ не изъ стекла, которое слишкомъ мало пропускаетъ ультра-фіолетовыхъ лучей, а изъ горнаго хрусталя; чаще эти линзы приготовляются изъ аморфнаго кварца, который получается плавленіемъ въ электрической печи. Что касается свѣта, если только я могу его такъ назвать, то онъ получается отъ сильныхъ электрическихъ искръ между двумя проволоками изъ металла кадмія; лучи, исходящіе отъ искръ, разлагаются спектральнымъ аппаратомъ, и только тѣ, которые даютъ очень рѣзкую линію въ ультрафіолетовой части спектра, употребляются для освѣщенія изучаемаго объекта! Длина волны этого свѣта равняется 275 милліоннымъ долямъ мм., т. е. какъ разъ половинѣ того числа, которое я далъ выше для солнечнаго свѣта. Какъ ожидали, такъ и случилось: разрѣшающая способность микроскопа почти удвоилась! Лучи, съ которыми работаетъ Кёлеръ, обладаютъ еще далеко не самой маленькой извѣстной намъ длиной волны: сре-

[1]) См. „Физическое Обозрѣніе“, 1906 г., стр. 106.

ди нихъ есть лучи съ длиною волны только въ 100 милліонныхъ частей мм., и если-бы ими можно было воспользоваться, то мы достигли бы втрое большаго успѣха. Къ сожалѣнію, мало надежды приготовить такія линзы, которыя были бы достаточно проницаемы для этихъ лучей, и кажется, что въ отношеніи дѣйствительныхъ изображеній предметовъ уже достигнутъ крайній предѣлъ.

Отъ микроскопа для ультра-фіолетоваго свѣта мы можемъ теперь перейти къ ультра-микроскопіи: этотъ методъ наблюденій уже многимъ изъ насъ хорошо знакомъ. Онъ обязанъ своимъ происхожденіемъ Зидентопфу и Жигмонди, и въ его развитіи принимали значительное участіе французскіе изслѣдователи Коттонъ и Мутонъ. Основная мысль этого метода состоитъ въ томъ, что можно видѣть такой предметъ, который, будучи слишкомъ малымъ, не можетъ дать дѣйствительнаго яснаго изображенія, но если только отъ этого предмета исходитъ достаточно свѣта, то мы можемъ его увидѣть, какъ диффракціонный кружокъ. Это, впрочемъ, не ново и достаточно извѣстно: неподвижныя звѣзды слишкомъ далеко удалены отъ насъ, чтобы въ нашемъ глазу или въ зрительной трубѣ получались такія изображенія, въ которыхъ мы могли бы ясно различить детали; мы видимъ ихъ какъ свѣтлыя точки, т. е., какъ маленькія свѣтлыя пятнышки, величина которыхъ, несмотря на несовершенства системы линзъ, опредѣляется диффракціей. Точно также маленькія частички въ твердомъ тѣлѣ или въ слоѣ жидкости становятся видимыми подъ микроскопомъ, когда ихъ освѣтить сильнымъ пучкомъ свѣта, если онѣ достаточно велики, чтобы по принципу Гюйгенса разсѣивать свѣтъ настолько сильно, чтобы каждая частичка могла производить достаточное свѣтовое впечатлѣніе. Если, напримѣръ, устроить боковое освѣщеніе, при которомъ падающіе лучи не прямо попадали бы въ инструментъ, то частички становятся видимыми, какъ свѣтлыя точки на темномъ фонѣ и до нѣкоторой степени напоминаютъ намъ звѣздное небо въ миніатюрѣ. Это сравненіе подходитъ, пока разстояніе рядомъ лежащихъ частичекъ не будетъ слишкомъ мало: если же оно будетъ несравненно меньше длины свѣтовой волны, то тогда нельзя уже различить частичекъ изъ кучи и получается только равномѣрно освѣщенное поле. Тутъ полное сходство съ разрѣшеніемъ звѣздной кучи!

Что касается свѣта отдѣльныхъ частицъ, то ясно, что онъ зависитъ отъ ихъ величины и отъ ихъ оптическихъ свойствъ: чѣмъ больше въ этомъ отношеніи онѣ отличаются отъ матеріи, среди которой онѣ находятся, тѣмъ больше лучей свѣта онѣ разсѣиваютъ: отсюда слѣдуетъ, что вещества, содержащія весьма маленькія частицы металловъ, особенно удобны для ультрамикроскопическаго изслѣдованія. И вотъ Зидентопфъ и Жигмонди прежде всего примѣнили свой новый методъ къ стеклу, которое было окрашено весьма маленькимъ количествомъ золота, можетъ быть одной десятитысячной частью всей его массы. Если извѣстно количество хлористаго золота, которое было прибавлено при возстановленіи стеклянной массы, и если сосчитать видимыя посредствомъ ультрамикроскопа въ извѣстной части стекла свѣтлыя точки, то можно опредѣлить массу каждой частички золота, а также съ помощью удѣльнаго вѣса металла—и величину частичекъ. Такимъ образомъ оказалось, что самыя маленькія частички, которыя можно увидѣть только при самомъ сильномъ солнечномъ свѣтѣ въ ясный солнечный день, имѣли размѣры отъ 3 до 6 милліонныхъ долей мм. Такъ какъ длина волны ультрафіолетовыхъ лучей, примѣненныхъ Кёлеромъ, равнялась 275 милліонныхъ долей мм., то ясно, что о полученіи изображеній этихъ золотыхъ частицъ нельзя и думать, ибо онѣ дѣйствительно ультрамикроскопичны. Впрочемъ, нѣкоторыя окрашенныя стекла безъ сомнѣнія обязаны своимъ цвѣтомъ еще меньшимъ частичкамъ, и тогда намъ не помогаетъ и ультрамикроскопъ. Сравненіемъ могутъ служить кровяныя тѣльца человѣка, которыя имѣютъ діаметръ въ 8 микроновъ, т. е. слишкомъ въ тысячу разъ болѣе діаметра золотого зернышка въ цвѣтномъ стеклѣ.

Изслѣдованія съ ультрамикроскопомъ уже пролили много свѣта на строеніе замѣчательныхъ въ нѣкоторомъ отношеніи коллоидальныхъ веществъ, химическія свойства которыхъ раньше всѣхъ были изслѣдованы фанъ-Беммеленомъ. Удивительно, что множество веществъ, какъ золото, серебро, гидратъ окиси желѣза и др., ранѣе считавшіяся нерастворимыми, могутъ быть получены въ такъ называемомъ коллоидальномъ растворѣ. Уже давно подозрѣвали, что такіе растворы тѣмъ отличаются отъ обыкновенныхъ, что вещества въ нихъ находятся въ болѣе крупныхъ частичкахъ, и высказывали мнѣніе, что существуетъ

непрерывный переходъ отъ обыкновенныхъ растворовъ къ жидкостямъ, въ которыхъ вещества взвѣшены въ мелко раздробленномъ состояніи. Теперь дѣйствительно удалось въ различныхъ коллоидальныхъ растворахъ найти взвѣшенныя частички съ помощью ультрамикроскопа.

Едва ли нужно говорить о томъ, что новый способъ наблюденія много обѣщаетъ для пополненія нашихъ свѣдѣній о тѣхъ коллоидахъ, которые, какъ бѣлки, имѣютъ большое значеніе въ біологическихъ явленіяхъ.

Нѣкоторые шаги въ этомъ направленіи уже сдѣланы. Далѣе является возможность этимъ способомъ обнаруживать существованіе такихъ микробовъ, которые слишкомъ малы, чтобы ихъ видѣть въ обыкновенный микроскопъ, хотя и въ ультрамикроскопѣ по ихъ виду мы не можемъ отличить ихъ другъ отъ друга. Я не думаю, чтобы въ этой области нашли что-нибудь новое, но Коттонъ и Мутонъ видѣли въ свой ультрамикроскопъ микробовъ плевропневмоніи скота въ формѣ свѣтлыхъ точекъ; между тѣмъ какъ обыкновенный микроскопъ позволяетъ въ ихъ культурахъ замѣтить лишь довольно неясное зернистое образованіе.

Жидкости, содержащія ультрамикроскопическія частички, заслуживаютъ нашего вниманія еще на одну минуту. Я разумѣю давно извѣстное Броунское движеніе взвѣшенныхъ частичекъ; оно особенно бросается въ глаза при изслѣдованіи весьма маленькихъ тѣлецъ, о которыхъ у насъ теперь идетъ рѣчь. Это есть непрерывное, неправильное и безпорядочное кишѣніе, подобное пляскѣ кучи комаровъ на солнечномъ свѣтѣ, какъ выражается Жигмонди. Оно замѣчательно съ физической точки зрѣнія, потому что является, вѣроятно, непосредственнымъ слѣдствіемъ быстраго движенія то туда, то сюда, приписываемаго молекуламъ, изъ которыхъ состоятъ всѣ тѣла.

Ни случайныя сотрясенія, ни толчки, сообщаемые жидкости, ни теченія, возбужденныя маленькой разностью температуръ, вообще никакія внѣшнія вліянія не могутъ быть причиною этого явленія: это твердо установлено. Поэтому мы должны признать, что взвѣшенныя частички приводятся въ движеніе внутренними силами, исходящими отъ окружающей воды, и разъ мы знаемъ, что молекулы воды обладаютъ скоростями въ сотни метровъ въ секунду, то сейчасъ же хочется думать о толчкахъ, которые онѣ производятъ на находящіяся въ ихъ средѣ посто-

роннія тѣльца. Не нужно удивляться и тому, что въ коллоидальномъ растворѣ золота можно видѣть нѣчто въ родѣ кучи комаровъ, о которой говоритъ Жигмонди. И понятно, что частичка золота, такъ какъ она гораздо больше молекулы воды, движется гораздо медленнѣе послѣдней, почему и можно во время движенія прослѣдить ее и невозможно прослѣдить молекулы, даже если-бы мы и были въ состояніи видѣть ее отдѣльно; молекулы движутся слишкомъ быстро.

Я долженъ прибавить, что при болѣе точномъ изложеніи этого объясненія остаются еще значительныя трудности, но я не считаю ихъ неопредѣлимыми, такъ какъ едва ли можно себѣ представить, чтобы въ жидкости, молекулы которой остаются въ покоѣ, взвѣшенныя тѣльца безпрерывно двигались туда и сюда.

Сравнительно съ молекулами воды золотыя частички Зидентопфа и Жигмонди обладаютъ колоссальной величиной, и если мы сравнимъ самыя маленькія видимыя въ ультрамикроскопъ частички съ молекулами веществъ даже болѣе сложныхъ, чѣмъ вода, то все еще останется большая разница

Такимъ образомъ мы еще очень далеки отъ возможности увидѣть отдѣльныя молекулы, и мы даже не ожидаемъ, чтобы это удалось намъ когда-либо. Количество свѣта, исходящее отъ молекулы, слишкомъ мало, чтобы произвести впечатлѣніе на нашу сѣтчатку, и кромѣ того, сами молекулы лежатъ слишкомъ близко другъ къ другу, чтобы мы могли увидѣть каждую изъ нихъ въ отдѣльности.

Спрашивается, нельзя ли увидѣть свѣтъ, разсѣянный всѣми молекулами, и не представляетъ ли прохожденіе чрезъ тѣло совершенно свободнаго отъ пыли свѣтового пучка явленія подобнаго тому, какое наблюдается, когда пучекъ солнечныхъ лучей попадаетъ въ эту залу, и когда лучи его обрисовываются на носящейся здѣсь пыли? Лобри де-Брюинъ и Вольфъ изъ своихъ опытовъ пришли къ заключенію, что на самомъ дѣлѣ тѣла съ высокимъ молекулярнымъ вѣсомъ разсѣиваютъ свѣтъ подъ вліяніемъ молекулъ, и теорія учитъ насъ, что каждое тѣло должно обладать этимъ свойствомъ въ большей или меньшей степени. Количество разбрасываемаго во всѣ стороны свѣта при достаточной толщинѣ слоя, изъ котораго онъ исходитъ, должно быть значительнымъ, и ослабленіе лучей, которое является необходимымъ слѣдствіемъ разсѣянія, должно дѣлаться замѣтнымъ,

если только прослѣдить за этимъ довольно далеко вдоль пучка лучей.

Самый интересный случай представляетъ атмосфера. Спрашивается, можетъ-ли совершенно чистый воздухъ, въ которомъ не носится ни малѣйшей пылинки, ни водяной капельки, только въ силу своего молекулярнаго строенія сдѣлаться непрозрачнымъ, подобно тонкому облачку. Рэлей отвѣтилъ на этотъ вопросъ вычисленіемъ, и я могу выразить весь ходъ его мыслей въ немногихъ словахъ, нѣсколько измѣнивъ его согласно съ новѣйшими воззрѣніями. Вліяніе на свѣтовой пучекъ тѣла, составленнаго изъ молекулъ, намъ станетъ болѣе понятнымъ, если мы представимъ себѣ, что въ каждой молекулѣ, даже въ каждомъ атомѣ, находятся еще болѣе мелкія частички, которыя и приводятся въ колебаніе свѣтомъ. Я долженъ прибавить, что силы, дѣйствующія въ свѣтовомъ пучкѣ, электрической природы, и чтобы понять, что свѣтовыя колебанія могутъ привести эти маленькія частички въ движеніе, мы приписываемъ имъ электрическіе заряды. Это и есть электроны, съ которыми мы въ настоящее время такъ много имѣемъ дѣла. По принципу Гюйгенса каждый электронъ, какъ только онъ приведенъ въ колебаніе, самъ становится центромъ новыхъ свѣтовыхъ волнъ: въ этомъ-то и лежитъ причина интересующаго насъ разсѣянія свѣта.

Величина свѣторазсѣянія не столько зависитъ отъ размѣровъ молекулъ и ихъ массы, сколько отъ того, что происходитъ внутри молекулы; объ этомъ можно составить себѣ представленіе, если измѣрить преломляющую способность тѣла, которая съ своей стороны опредѣляется тѣмъ, сколько электроновъ приведено свѣтомъ въ колебаніе. Если извѣстенъ показатель преломленія, длина свѣтовой волны и число молекулъ въ кубическомъ сантиметрѣ, то можно вычислить и величину разстоянія, и степень ослабленія пучка свѣта на различныхъ разстояніяхъ. Для желтаго свѣта и для воздуха обыкновенной плотности съ помощью нашихъ свѣдѣній о числѣ молекулъ найдено, что сила свѣтового пучка при прохожденіи имъ 100 километровъ понижается на половину.

Въ предѣлахъ разстояній, на которыя мы обыкновенно видимъ, можно считать воздухъ совершенно прозрачнымъ, но на большихъ разстояніяхъ, какъ это въ дѣйствительности проис-

ходитъ въ атмосферѣ, разстояніемъ свѣта нельзя пренебрегать.

Лучи звѣзды въ зенитѣ по вычисленіямъ, о которыхъ я только что далъ нѣкоторое понятіе, потеряли бы почти $6^0/_0$ своей интенсивности, если-бы они достигли земной поверхности. Мы можемъ это сравнить съ результатомъ, выведеннымъ изъ наблюденій надъ силою свѣта небеснаго свѣтила на различныхъ высотахъ: мы тогда вывели бы заключеніе объ уменьшеніи яркости почти на $10^0/_0$. Этимъ еще не доказывается молекулярное строеніе воздуха, такъ какъ разстояніе свѣта всегда можно приписать носящимся въ воздухѣ частичкамъ пыли, но мы должны быть довольны тѣмъ, что наблюденія не противорѣчатъ молекулярной теоріи. Вышеприведенный результатъ, по которому почти одна треть видимаго разсѣянія свѣта должна быть приписана молекуламъ воздуха, можно считать удовлетворяющимъ нашимъ ожиданіямъ. Я долженъ указать еще на то, что по теоріи Рэлея разсѣяніе свѣта, будетъ ли оно произведено молекулами воздуха, или же носящимися въ немъ частичками пыли, должно быть тѣмъ больше, чѣмъ меньше длина волны. Въ болѣе сильномъ разсѣяніи голубыхъ лучей мы можемъ видѣть причину голубой окраски неба; по теоріи Рэлея небо намъ казалось бы голубымъ, даже если-бы совсѣмъ было темно. Мы все еще видѣли бы воздухъ, и, конечно, видимость его основывалась бы на томъ, что онъ составленъ изъ молекулъ.

Въ самомъ дѣлѣ изъ формулы, съ помощью которой были найдены вышеприведенные числовые результаты, слѣдуетъ, что при данномъ показателѣ преломленія разсѣяніе тѣмъ меньше, чѣмъ молекулы лежатъ ближе другъ къ другу, и чѣмъ мельче зерна среды: въ совершенно однородной и непрерывной средѣ разсѣяніе вовсе исчезло-бы.

Разъ воздухъ въ дѣйствительности таковъ, какъ это слѣдуетъ изъ нашихъ разсужденій, то онъ долженъ на протяженіи нѣсколькихъ тысячъ километровъ дѣйствовать, какъ густое облако, и было бы печально, если бы онъ простирался отъ земли до солнца. Мы, вѣроятно, тогда находились бы въ глубокой темнотѣ и навѣрно не видѣли бы солнца. Совершенная, насколько намъ извѣстно, прозрачность эѳира, который наполняетъ небесное пространство, заставляетъ насъ не приписывать этой средѣ зернистаго строенія, въ чемъ согласны многіе физики.

Нечего и думать, что мы имѣемъ возможность посредствомъ разсѣянія свѣта видѣть молекулярное строеніе такихъ веществъ, какъ напримѣръ, вода, стекло, кварцъ и плавиковый шпатъ. Но вамъ теперь хорошо извѣстно, какъ изученіе свѣтовыхъ явленій косвеннымъ путемъ привело насъ къ свѣдѣніямъ объ этомъ строеніи и о свойствахъ мельчайшихъ частичекъ: изъ скорости распространенія лучей мы стараемся вывести заключеніе о колебаніи электроновъ, находящихся въ молекулахъ, и расположеніи молекулъ въ кристаллахъ и органическихъ тканяхъ. Далѣе измѣненіе направленія колебаній въ нѣкоторыхъ тѣлахъ ведетъ насъ къ представленіямъ, на которыхъ основана достигшая столь высокаго развитія стереохимія. Въ другихъ случаяхъ мы обращаемъ свое вниманіе на поглощеніе свѣта въ невполнѣ прозрачныхъ срединахъ: отсюда мы выводимъ нѣкоторыя слѣдствія о колеблющихся частичкахъ въ молекулахъ и атомахъ. Мы придемъ къ такимъ же выводамъ, если частички приведемъ въ колебаніе не падающимъ свѣтомъ, а сдѣлаемъ ихъ самостоятельными центрами колебаній, тѣмъ или другимъ способомъ заставляя тѣло испускать свѣтъ.

Я хочу теперь воспользоваться еще результатами изслѣдованій надъ спектромъ.

Если тѣло, посылающее свѣтовыя колебанія извѣстнаго періода съ свѣтлой линіей на опредѣленномъ мѣстѣ спектра, приближается къ наблюдателю, то число колебаній, которое достигаетъ въ секунду до щели спектроскопа, увеличивается; спектральная линія передвигается немного въ сторону фіолетоваго. Обратно, если источникъ свѣта удаляется отъ наблюдателя, спектральная линія перемѣщается въ сторону краснаго конца спектра. Это суть тѣ перемѣщенія спектральныхъ линій, которыя въ нѣкоторыхъ случаяхъ наблюдаютъ въ спектрѣ небесныхъ свѣтилъ и изъ которыхъ выводятъ заключенія о скорости ихъ передвиженія въ направленіи луча зрѣнія.

Такое же вліяніе перемѣны мѣста источника свѣта на число его колебаній пытались найти и въ случаѣ колеблющихся молекулъ или атомовъ: эти попытки тоже увѣнчались полнымъ успѣхомъ.

При электрическихъ разрядахъ въ разрѣженныхъ газахъ возникаютъ при соотвѣтствующихъ условіяхъ такъ называемые

канальные лучи, которые не безъ основанія считаютъ за кучи положительно заряженныхъ атомовъ, движущихся со значительной скоростью въ одинаковомъ направленіи. Изъ пространства, въ которомъ это совершается, исходитъ свѣтлое сіяніе.

Проф. Штаркъ въ Ганноверѣ изслѣдовалъ спектръ лучей, испускаемыхъ во всѣ стороны, и нашелъ, что линіи тѣмъ больше приближаются къ фіолетовой сторонѣ, чѣмъ меньше уголъ, образуемый направленіемъ испускаемаго свѣта съ самимъ направленіемъ канальныхъ лучей. Величина перемѣщенія хорошо согласуется со скоростью, которую слѣдуетъ приписать на основаніи другихъ свѣдѣній летящимъ атомамъ, и такимъ образомъ доказано, что это дѣйствительно атомы, которые и являются центрами колебаній. Штаркъ пришелъ къ важному въ теоріи лучеиспусканія выводу, что у многихъ элементовъ линейный спектръ образуется исключительно частичками, колеблющимися извѣстнымъ образомъ, а именно частицами, заряженными вообще положительнымъ электричествомъ. На другой весьма общій случай, въ которомъ использованный Штаркомъ принципъ нашелъ себѣ примѣненіе, еще раньше обратилъ вниманіе Майкельсонъ. Неправильное движеніе молекулъ по всѣмъ направленіямъ, какъ мы его представляемъ въ водѣ, существуетъ также и въ газахъ. Въ свѣтящемся газѣ мы представляемъ себѣ частички, летящія то туда, то сюда, какъ центры колебаній. При изслѣдованіи свѣта, испускаемаго газомъ, посредствомъ спектроскопа оказывается слѣдующее: если спектръ представляетъ совершенно рѣзкую линію въ томъ случаѣ, когда молекулы находятся въ покоѣ, то при движеніи молекулъ свѣтлая линія отъ однихъ движеній сместится больше въ сторону фіолетоваго, отъ другихъ—въ сторону краснаго, въ результатѣ обоихъ этихъ движеній спектральная линія становится шире. Майкельсонъ доказалъ, что это дѣйствительно такъ и есть. Онъ измѣрилъ различными остроумно придуманными способами ширину ея и нашелъ, что размѣръ ея находится въ полномъ согласіи съ тѣмъ, котораго можно было ожидать на основаніи нашихъ представленій о скорости молекулярнаго движенія. Шенрокъ, который въ послѣднее время повторилъ всѣ вычисленія Мейкельсона съ бо̀льшей степенью точности, пришелъ къ тому же результату. Мы можемъ, пожалуй, сказать теперь, что движеніе молекулъ видимо такъ же, какъ перемѣщеніе звѣзды по лучу зрѣнія.

Примѣры въ родѣ этого очень удобны для доказательства того, что хотя молекулы и невидимы, но величины ихъ не такъ недоступны, какъ иногда о томъ думали. Самое замѣчательное толкованіе этой истины я могу взять изъ теоріи лучистой теплоты. Представимъ себѣ, что эта зала совершенно была бы закрыта непрозрачными стѣнками, и что стѣны и всѣ предметы, въ ней находящіеся, имѣли бы одинаковую температуру, тогда воздухъ или, лучше, эѳиръ былъ бы по всѣмъ направленіямъ прорѣзываемъ тепловыми лучами различной длины волны, но между ними все-таки имѣли бы большій перевѣсъ лучи опредѣленной длины волны. Это можно сравнить съ смѣшаннымъ шумомъ, въ которомъ все-же доминируютъ тоны извѣстной высоты.

Теперь мы можемъ себѣ вообразить маленькій кубикъ, стороны котораго имѣютъ длину вышеупомянутой длины волны, и опредѣлить количество энергіи, которое вслѣдствіе излученія, очевидно, находится въ этой „кубической волнѣ“. Кто непрерывно слѣдилъ за изслѣдованіями въ области лучистой теплоты, тотъ едва-ли можетъ сомнѣваться въ томъ, что это количество энергіи того же самаго порядка, какъ и кинетическая энергія, отдѣльной газовой молекулы при данной температурѣ. Теперь длина волны представляется намъ хорошо извѣстною величиною, и энергія, заключающаяся въ кубической волнѣ, можетъ быть дѣйствительно измѣрена, благодаря чему тотчасъ же становится извѣстной и величина молекулы. Это есть дѣйствительно одинъ изъ лучшихъ путей для опредѣленія величины молекулъ и атомовъ.

Соображенія, которыя я позволилъ себѣ вамъ здѣсь изложить, служатъ защитой молекулярной и атомистической теорій, которыми физики такъ часто пользуются для составленія яснаго представленія объ явленіяхъ и ихъ взаимной связи. Съ намѣреніемъ я не сослался здѣсь на потребность нашего ума находить въ маленькихъ частицахъ матеріи конечную точку для нашего анализа явленій. Я думаю, правильно поступаетъ тотъ, кто остороженъ съ этимъ указаніемъ. Даже опытъ учитъ насъ, что многія теоріи, въ которыхъ матерія признается непрерывною, вполнѣ насъ удовлетворяютъ, и что иной физикъ такое представленіе рѣшительно предпочитаетъ молекулярнымъ теоріямъ; многіе, какъ мы видѣли, представляютъ, напримѣръ, эѳиръ

непрерывнымъ. Это не исключаетъ того, чтобы въ другихъ случаяхъ мы признавали атомистику, разъ она даетъ намъ болѣе ясное представленіе объ явленіяхъ природы: это должно лежать внѣ насъ какъ по сущности вещей, такъ и по свойству нашего ума, потому что вообще пониманіе явленій природы предполагаетъ извѣстное родство между нею и нашимъ умомъ.

Лучшая защита атомистики, какъ бы объ этомъ ни думать, заключается исключительно въ ея плодотворности и цѣлесообразности. Безъ сомнѣнія, въ чисто физической области существуетъ еще безчисленное количество затрудненій, но я ихъ опустилъ безъ упоминанія не затѣмъ, чтобы все здѣсь выглядѣло красиво, какъ вы мнѣ въ этомъ охотно повѣрите, но потому только, что я едва ли въ настоящую минуту могъ бы ихъ объяснить. Между тѣмъ, очевидно, что безъ молекулярной теоріи мы стояли бы безсильными, какъ ни тяжело въ этомъ признаться, предъ многими явленіями, какъ тѣми, о которыхъ я говорилъ, такъ и другими, которыя я могъ бы сюда присоединить. Кто захочетъ произнести свой приговоръ надъ образомъ мыслей и дѣйствій физиковъ, пусть тотъ не уклоняется отъ задачи познакомиться съ этими явленіями и болѣе или менѣе углубиться въ нихъ; пусть онъ не отвергаетъ разсужденій, не ставя себѣ вопроса, чѣмъ другимъ можно было бы ихъ замѣнить. Не позабудемъ при приговорѣ также и о томъ, что мы убѣждены въ реальности всѣхъ этихъ вещей не такъ непосредственно, какъ въ томъ случаѣ, когда видимъ камень или желѣзо; правда, она основана на наблюденіи, но такого, къ которому примыкаетъ болѣе или менѣе длинный рядъ разсужденій.

Никто не сомнѣвается въ томъ, что свѣтлыя точки при наблюденіи въ ультрамикроскопъ представляютъ изъ себя частички золота; что вѣнчики кругомъ солнца и луны обусловлены тонкими кристалликами льда, высоко плавающими въ атмосферѣ; что химическіе элементы нашей земли находятся на солнцѣ и на далекихъ свѣтилахъ, и что звѣзда, у которой смѣщаются спектральныя линіи, то приближается къ намъ, то удаляется отъ насъ и описываетъ свой кругъ около другого небеснаго тѣла; никому не придетъ и въ голову мысль о порицаніи астронома за то, что онъ выводитъ массу этого, быть можетъ, и невидимаго тѣла изъ своихъ наблюденій.

Правильно разсуждая, мы въ своихъ предположеніяхъ о молекулахъ и атомахъ идемъ еще дальше, и намъ нужно убѣдиться въ реальности этихъ частичекъ не меньше, чѣмъ въ реальности ледяныхъ иглъ въ атмосферѣ.

Что еще заслуживаетъ размышленія, такъ это богатая, превосходящая всякія описанія организація матеріи. Въ кубическомъ сантиметрѣ окружающаго насъ воздуха находится такъ много молекулъ, что ихъ число слѣдовало бы изобразить 20-ью цифрами. Въ то время, какъ онѣ движутся безпрерывно и безпорядочно, постоянно сталкиваясь и отскакивая другъ отъ друга, ихъ электроны приходятъ въ движеніе отъ многочисленныхъ, другъ друга пересѣкающихъ лучей свѣта и тепла, и со своей стороны посылаютъ волны во всѣ стороны. Не менѣе, напротивъ того, даже болѣе запутанной представляется картина, которую даетъ миллиграммъ бѣлка, и я не хочу сказать, что это будетъ понятно, но менѣе удивительно, что до крайности маленькія частички матеріи могутъ быть носителями наслѣдственности, доходящей до мелочей.

И всякій разъ, когда мы рѣшаемся думать о зависимости между вещественными и духовными явленіями, мы останавливаемъ свое вниманіе на тонкой организаціи матеріи. Я очень далекъ отъ того, чтобы сводить душевныя явленія на процессы матеріи: разнородное нельзя выводить одно изъ другого. Но можно конечно защищать мнѣніе, что каждому состоянію и каждой дѣятельности нашего ума соотвѣтствуетъ опредѣленное состояніе и опредѣленное измѣненіе нашего мозга. Если такое соотвѣтствіе достигаетъ до самыхъ мелочей, то разумѣется, число элементовъ, изъ которыхъ состоитъ нашъ мозгъ, должно быть необыкновенно большимъ. Какъ велико оно должно быть, мы этого не можемъ сказать, но если мы знаемъ, что миллиграммъ матеріи содержитъ число атомовъ гораздо большее, чѣмъ все число буквъ во всѣхъ книгахъ Лейденской университетской библіотеки, и если мы подумаемъ о богатствѣ мыслей, заключающихся въ словахъ, составленныхъ изъ этихъ буквъ, то тогда мы поймемъ до нѣкоторой степени, что дѣйствительно матеріальныя измѣненія въ мѣру должны быть достаточными, чтобы служить отраженіемъ высокой и сложной душевной дѣятельности человѣка.

Но я опасаюсь переходить границы физики, и это не входитъ въ мою программу. Физикъ—и это вѣрно относительно всѣхъ насъ—долженъ стѣсняться по своему читать въ книгѣ вселенной. Не позволяя себѣ падать духомъ отъ сознанія, что глубокій разумъ остается отъ него скрытымъ, онъ чувствуетъ себя сильнымъ въ своихъ стремленіяхъ, вѣруя, что внутри предѣловъ достижимаго, по мѣрѣ того какъ онъ идетъ впередъ, предъ нимъ откроются далекіе и неожиданные горизонты.

Лейденъ.

Эталоны силы свѣта и рѣшеніе Международной фотометрической комиссіи.

Ф. Лапорта[1]).

Международная фотометрическая комиссія была учреждена въ 1900 году собравшимся во время Парижской выставки Международнымъ конгрессомъ газовой промышленности. Ей было вмѣнено въ обязанность изслѣдовать и сравнить различные фотометрическіе методы, примѣняемые какъ для изслѣдованія горѣлокъ и колпачковъ накаливанія, такъ и для контроля газоваго производства.

Такъ какъ эталоны въ различныхъ странахъ различны, то для полученія сравнимыхъ между собою результатовъ ей предстояло въ первую очередь опредѣлить отношеніе силы свѣта употребительныхъ лампъ.

На первомъ собраніи въ 1903 году въ Цюрихѣ, нѣмецкій делегатъ и товарищъ предсѣдателя комиссіи д-ръ Бунте представилъ подготовительный трудъ, резюмирующій всѣ появившіеся до этого срока результаты въ формѣ таблицы отношеній силы свѣта различныхъ эталоновъ, взятыхъ два по два.

Для такихъ источниковъ свѣта, какъ прежніе недостаточно точные эталоны, этими измѣреніями можно было бы удовлетвориться, но для трехъ наиболѣе нынѣ распространенныхъ лампъ Карселя, Гефнера и Вернонъ-Гаркура въ „10 свѣчей“ комиссія признала необходимость въ новыхъ изслѣдованіяхъ, за которыми и обратились въ лабораторіи, занимающіяся фотометріей въ Германіи, Англіи и Франціи.

---

[1]) Докладъ, сдѣланный Ф. Лапортомъ, товарищемъ директора Центральной электрической лабораторіи въ Парижѣ, 18—20 іюля 1907 года, въ Цюрихѣ.

И въ самомъ дѣлѣ, лампа Вернонъ-Гаркура въ „10 свѣчей“ была еще къ этому времени сравнительно новой и систематически не изслѣдованной. Поэтому рѣшеніе принятое на Женевскомъ конгрессѣ въ 1896 году, согласно которому децимальная свѣча приблизительно равна лампѣ Гефнера, возбудило нѣкоторыя сомнѣнія относительно позднѣйшихъ работъ, неудостоившихся еще оффиціальнаго своего признанія со стороны какого либо конгресса[1]).

Сравненіе трехъ наиболѣе употребительныхъ лампъ-эталоновъ было произведено въ Германіи въ Имперскомъ физикотехническомъ институтѣ д-ромъ Либенталемъ; въ Англіи въ Національной физической лабораторіи І. Патерсономъ; во Франціи въ Испытательной лабораторіи національнаго музея искусствъ и ремеслъ Г. Перо и въ Центральной электрической лабораторіи [2]).

На съѣздѣ 1907 года въ Цюрихѣ Международная фотометрическая комиссія [3]), по ознакомленіи своемъ съ этими изслѣдованіями, должна была подвергнуть ихъ обсужденію и утвердить тѣ отношенія, которыя она признала бы наиболѣе точными.

Съ этою цѣлью была образована особая подкомиссія для подготовленія работы комиссіи и для формулировки предложеній; она должна была считаться съ трудами нѣмецкихъ, англійскихъ и французскихъ изслѣдователей и съ результатами сравненій однѣхъ и тѣхъ же лампъ накаливанія, сдѣланныхъ въ трехъ только что указанныхъ лабораторіяхъ. Эти лампы перевозились изъ столицы въ столицу въ 1903 году Шарпомъ, директоромъ Электрической испытательной станціи въ Нью-Іоркѣ; въ 1906 г. Гайтомъ, директоромъ Палаты мѣръ въ Вашингтонѣ и въ 1907 году Лапортомъ и Жуостомъ, членами Центральной электрической лабораторіи въ Парижѣ. Комиссія заслушавъ предложенія подкомиссіи, единогласно приняла слѣдующее рѣшеніе.

---

[1]) Laporte. Étude sur les étalons lumineux usuels. Bulletin de la S-té internationale des électriciens. (1898) XV. 166.

[2]) Perrot et Janet. Valeurs comparatives des trois étalons lumineux à flamme, Carcel, Hefner, Vernon-Harcourt. Bulletin du Laboratoire d'Essais. 1906. № 9.

[3]) F. Laporte. La Commission internationale de photométrie. Bulletin de la S-té internationale des Électriciens. (2) VII. 496 (1907).

„Международная фотометрическая комиссія, ознакомившись съ отчетомъ трудовъ нѣмецкихъ, англійскихъ и французскихъ лабораторій и съ предложеніями подкомиссіи, состоящей изъ г.г. Вотье, предсѣдателя, Бродгуна, Лапорта и Патерсона, приняла слѣдующія величины для характеристики отношеній силы свѣта нынѣ употребляемыхъ лампъ-эталоновъ съ пламенемъ:

лампа Карсель $= 10{,}7_5$ Гефнера;
Вернонъ-Гаркуръ $= 10{,}9_5$ Гефнера;
Вернонъ-Гаркуръ $= 1{,}02_0$ Карселя.

Отношенія были выбраны такъ, чтобы избѣжать чиселъ меньшихъ единицы, и они опредѣлены съ точностью до $\pm 1\%$. Приведенныя величины относятся къ силѣ свѣта лампъ, функціонирующихъ при нормальномъ атмосферномъ давленіи въ 760 мм. и при слѣдующихъ условіяхъ влажности: для лампы Карселя 10 литровъ водяного пара на кубическій метръ сухого воздуха; для лампы Гефнера въ 8,8 литра и для лампы Вернонъ-Гаркура 10 литровъ. Для измѣренія влажности воздуха, какъ это требуется при примѣненіи лампъ-эталоновъ съ пламенемъ, комиссія, не высказываясь относительно точности пращеваго психрометра и психрометра съ вентиляторомъ, рекомендуетъ эти приборы, какъ наиболѣе цѣлесообразные.

Мы считаемъ полезнымъ дать ниже нѣсколько справокъ объ эталонахъ свѣта, которыя позволятъ точнѣе оцѣнить вышеприведенное рѣшеніе, и вмѣстѣ съ тѣмъ вкратцѣ приведемъ важнѣйшія указанія, касающіяся ихъ особенностей и способовъ употребленія.

I. Франція.

Единица Віоля и децимальная свѣча. По предложенію Віоля и сообразно съ его работами эталонъ свѣта былъ опредѣленъ на Международной конференціи для опредѣленія электрическихъ единицъ 2 мая 1884 года. Это опредѣленіе гласитъ:

„Единицею всякаго простого свѣта служитъ количество однороднаго съ нимъ свѣта, испускаемаго въ нормальномъ направленіи однимъ квадратнымъ сантиметромъ поверхности расплавленной платины при температурѣ ея застыванія“.

„Практическою единицею бѣлаго свѣта служитъ полное количество свѣта, испускаемое нормально тѣмъ-же источникомъ“.

Децимальная свѣча была принята на Международномъ электрическомъ конгрессѣ въ Парижѣ 31 августа 1889 года и ей дано слѣдующее опредѣленіе:

„Для выраженія силы свѣта лампы въ свѣчахъ примѣняется, какъ практическая единица подъ названіемъ децимальной свѣчи, одна двадцатая часть абсолютнаго эталона свѣта, опредѣленнаго Международной конференціей 1884 года“.

Віоль въ своей статьѣ объ опытахъ, произведенныхъ имъ для опредѣленія абсолютнаго эталона свѣта въ 1884 году, далъ для лампы Карселя соотношеніе

$$1 \text{ Карсель} = \frac{1}{2{,}08} \text{ абс. эталона,}$$

или

$$1 \text{ децимальная свѣча} = 0{,}104 \text{ Карселя.}$$

Послѣднее число было принято Центральною электрическою лабораторіею и съ тѣхъ поръ служило для перевода въ децимальныя свѣчи силы свѣта, измѣренной въ Карселяхъ, вслѣдствіе чего децимальная свѣча употребляется всѣми французскими фабрикантами электрическихъ лампъ.

Послѣ Віоля много физиковъ занималось изученіемъ лучеиспусканія платины при температурѣ ея плавленія. Достаточно будетъ указать на Курльбаума въ Германіи и Петейвеля въ Англіи, но до сихъ поръ ни одна лабораторія не осуществила еще платиноваго эталона, годнаго для практическаго употребленія.

По предложенію Г. Вотье Фотометрическая комиссія выразила слѣдующее пожеланіе:

„Международная фотометрическая комиссія, принимая въ соображеніе, что примѣненіе электрической печи, какъ это слѣдуетъ изъ работъ Муассана, даетъ новыя средства для изслѣдованія плавленія и перегонки тугоплавкихъ металловъ, считаетъ желательнымъ продолженіе работъ по вопросу о температурѣ плавленія платины въ виду его важности для фотометріи и предлагаетъ своему бюро войти въ сношенія съ Національными лабораторіями различныхъ странъ для выясненія этого вопроса“.

Карсель. Эта лампа примѣняется во Франціи какъ эталонъ свѣта съ 12 декабря 1860 года, когда Дюма и Реньо обнародовали „Инструкцію для испытанія свѣтящей способности газа города Парижа“.

Лампа Карселя и правила ея употребленія хорошо извѣстны во Франціи [1]). Припомнимъ, что ея горѣлка кольцеобразная съ двойною тягою, что горючимъ матеріаломъ служитъ очищенное сурѣпное масло, и что ея бумажный фитиль состоитъ изъ 75 волоконъ и вѣситъ 3,6 грамма на дециметръ. Лампа потребляетъ 42 грамма масла въ часъ; ея фитиль выступаетъ надъ горѣлкою на 1 см., а колѣно стекляннаго цилиндра находится на разстояніи 7 мм. отъ края фитиля.

Замѣтимъ, что для нѣкоторыхъ лампъ нельзя одновременно выполнить всѣхъ этихъ условій, и что съ Карселями Центральной электрической лабораторіи мы могли установить нормальное потребленіе масла только при высотѣ фитиля отъ 7 до 8 мм. При этихъ условіяхъ сила свѣта лампы приблизительно пропорціональна потребленію масла въ предѣлахъ отъ 40 до 44 граммовъ въ часъ.

Такимъ образомъ легко ввести соотвѣтственную поправку, если измѣрить количество потребленнаго во время опыта масла.

Вспомнимъ также о вліяніи чистоты воздуха на силу свѣта лампы. Комнату, въ которой производятся испытанія, необходимо часто вентилировать. Вліяніемъ атмосферныхъ условій тоже нельзя пренебрегать. Намъ не удалось опредѣлить формы поправки на влажность воздуха, но повидимому, какъ это будетъ указано ниже, поправочный коэффиціентъ равный 0,006 на литръ водяного пара въ кубическомъ метрѣ сухого воздуха, найденный для лампъ Гефнера и Вернонъ-Гаркура, можетъ быть примѣненъ и для лампы Карселя, въ предѣлахъ температуры окружающаго воздуха отъ 15° до 20° С.

Нормальная величина силы свѣта лампы была выбрана для влажности въ 10 литровъ водянаго пара на кубическій метръ сухого воздуха.

---

[1]) *Palaz*, Traité de photométrie industrielle. *Audoin et Bérard.* Annales de Chimie et de Physique (3) 65; 423 (1862). *Vautier.* Étude sur la photométrie réglementaire en Allemagne, en Angleterre et en France. Comptes rendus de la S-té technique du gaz, 1899.

Для точнаго опредѣленія силы свѣта электрической лампы накаливанія, предназначенной служить въ качествѣ эталона, необходимо сдѣлать цѣлую серію сравненій и взять изъ нихъ среднее. Для каждаго отдѣльнаго опыта случайныя ошибки довольно значительны, но точность увеличивается съ числомъ измѣреній, такъ какъ при этомъ устраняются источники систематическихъ ошибокъ [1]).

II. Германія.

Параффиновая свѣча Союза нѣмецкихъ инженеровъ газовой и гидравлической промышленности не должна быть смѣшиваема съ нынѣ общеупотребительной лампой Гефнера. Въ то время какъ лампу Гефнера обозначають „Hefner-Kerze", *HK*, параффиновая свѣча называется „Vereins-Kerze" и обозначается *VK*.

Послѣ очень тщательнаго изслѣдованія, произведеннаго при введеніи лампы Гефнера, отношеніе этихъ двухъ единицъ силы свѣта было установлено нѣмецкой комиссіей (Lichtmesskommission), а именно

1 Vereins-Kerze = 1,20 Hefner.

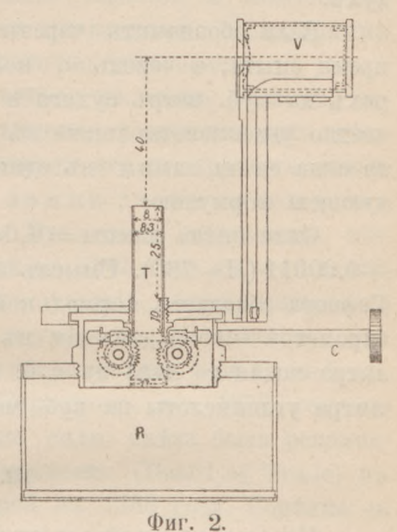
Свѣчи были сдѣланы подъ наблюденіемъ нѣмецкаго союза. Онѣ вѣсили въ среднемъ 50 граммовъ. Параффинъ плавился при 55° С., а фитиль состоялъ изъ 24 бумажныхъ нитей. Раньше, чѣмъ приступить къ измѣреніямъ, нужно дать горѣнію правильно установиться; въ нормальныхъ условіяхъ полная высота пламени должна равняться 50 мм. Сила свѣта въ одномъ и томъ-же опытѣ приблизительно пропорціональна высотѣ пламени, но въ разные дни и для различныхъ свѣчей разницы бываютъ значительны. Свѣча Ферейна теперь вытѣснена лампой Гефнера.

Лампа Гефнера. Лампа съ уксуснокислымъ амиломъ была предложена въ 1884 году фонъ-Гефнеръ-Альтенекомъ. Она была принята электротехниками и Союзомъ нѣмецкихъ инже-

[1]) Были предложены другіе весьма интересные эталоны свѣта, осуществленные и примѣняемые въ послѣдніе годы Віолемъ, Блонделемъ, Брока, Фери и др., но ихъ описаніе не вмѣщается въ выбранныя нами рамки, такъ какъ мы ограничиваемся лишь комментированіемъ постановленія Цюрихской комиссіи.

неровъ газовой и гидравлической промышленности. Особенности этой лампы быти указаны въ 1893 году Имперскимъ Физико-Техническимъ Институтомъ [1]), а въ 1895 г. д-ръ Либенталь напечаталъ систематическое и весьма полное изслѣдованіе свойствъ этого эталона [2]).

Лампа Гефнера ,разрѣзъ которой въ половину нормальной ея величины воспроизведенъ на фиг. 1, представляетъ обыкновенную спиртовую лампу. Сплошной фитиль ея погруженъ въ резервуаръ *R*. Трубка *T*, черезъ которую фитиль выходитъ изъ лампы, должна быть тщательно провѣрена и ея размѣры точно опредѣлены. Фитиль выполняетъ трубку.



Фиг. 2.

Плотность уксуснокислаго амила равна 0,875 при 15°С., а его точка кипѣнія заключается между 138 и 140°С. Содержимыя въ немъ примѣси уменьшаютъ силу свѣта лампы. Для провѣрки качества продукта выработаны химическія пробы. Впрочемъ, въ Германіи продаютъ контролированный уксуснокислый амилъ, съ гарантіей его годности для фотометрическихъ испытаній.

Регулированіе эталона во время его употребленія основано исключительно на высотѣ пламени. Она должна имѣть 40 миллиметровъ. Лампа снабжена приспособленіемъ *V* для оптическаго регулированія, и проекція вершины пламени на матовомъ экранѣ должна достигать опредѣленной горизонтальной черты.

Пламя регулируютъ, дѣйствуя на фитиль посредствомъ винта *C*; установка должна быть сдѣлана очень точно, такъ какъ разница въ высотѣ пламени въ 1 мм. вызываетъ измѣненіе силы свѣта въ 3%. Очень большая подвижность пламени значительно затрудняетъ точность установки.

---

[1]) Journal für Gasbeleuchtung, 1893.

[2]) Zeitschrift für Instrumentenkunde, 1895, p. 157.

Д-ръ Либенталь изслѣдовалъ также вліяніе атмосферныхъ условій на силу свѣта лампы. При этомъ оказалось, что фотометрическую комнату нужно очень часто провѣтривать, дабы достигнуть возможно низкаго содержанія углекислоты въ воздухѣ.

Если обозначить черезъ H барометрическое давленіе во время опыта, а черезъ n_1 количество водянаго пара въ литрахъ на куб. метръ сухого и чистаго воздуха, черезъ n_2 количество углекислоты также въ литрахъ на куб. метръ воздуха, то сила свѣта лампы въ единицахъ Гефнера выражается слѣдующею формулою:

Сила свѣта лампы $= 1{,}049 - 0{,}0055 n_1 - 0{,}0072\ (n_2 - 0{,}75) + 0{,}00011\ (H - 760)$. Смыслъ этого уравненія таковъ, что лампа Гефнера обладаетъ нормальной силою свѣта при нормальномъ барометрическомъ давленіи въ 760 мм., при влажности въ 8,8 литра водянаго пара на куб. метръ сухого воздуха и при 0,75 литра углекислоты на куб. метръ сухого воздуха.

III. Англія.

Спермацетовая свѣча (Candle, Normal Candle, English Candle, British Parliamentary Candle) долго примѣнялась въ Англіи для оффиціальнаго контроля газа. Она вѣситъ $^1/_6$ англійскаго фунта, т. е. 75,6 грамма. При производствѣ опытовъ обыкновенно употребляютъ вѣсы, позволяющіе измѣрить часовой расходъ свѣчи; онъ долженъ равняться 7,77 грамма въ часъ. Часто на однихъ вѣсахъ горятъ одновременно двѣ свѣчи. Длина пламени должна равняться 45 мм.

Труды Нѣмецкой комиссіи для измѣренія силы свѣта [1]) установили ея величину по отношенію къ лампѣ Гефнера, а именно: Normal Candle=1,14 Hefner. Это число есть среднее изъ результатовъ, полученныхъ различными экспериментаторами.

Отъ этого эталона приходится отказаться вслѣдствіе его малаго постоянства. Въ поискахъ за болѣе постояннымъ эталономъ, чѣмъ спермацетовая свѣча, Вернонъ-Гаркуръ послѣдовательно предложилъ нѣсколько типовъ пентановыхъ лампъ.

---

[1]) Zeitschrift für Instrumentenkunde. 1893. p. 257.

1. Пентановая лампа съ фитилемъ въ одну свѣчу, извѣстная подъ названіемъ лампы Вудгауза и Росона. Пентанъ, заключающійся въ нижнемъ резервуарѣ, подымается въ лампу по фитилю; пламя лампы полное, удлиненное; въ дѣло идетъ только часть его, такъ какъ верхняя и нижняя его части прикрыты двумя сплошными цилиндрами, образующими трубу, разстояніе между которыми точно установлено.

Безполезно долго останавливаться на этомъ эталонѣ, потому что нынѣ онъ уже не примѣняется; достаточно дать здѣсь лишь отношеніе, позволяющее привести его къ другимъ эталонамъ, а именно: Пентановая лампа съ фитилемъ, въ одну свѣчу=1,17 Гефнера. Это число вытекаетъ изъ трудовъ Д-ра Либенталя [1]), который въ 1895 году на этой лампѣ изслѣдовалъ вліяніе атмосферныхъ условій, барометрическаго давленія, влажности и чистоты воздуха.

2. Лампа съ парами пентана въ одну свѣчу. Эта лампа предложена Вернонъ-Гаркуромъ въ 1877 году, а примѣненіе ея въ качествѣ эталона силы свѣта было рекомендовано Комиссіей Торговаго департамента (Board of Trade) въ 1881 году и Британской Ассоціаціей въ 1888 году. Горѣлка ея состоитъ изъ мѣдной трубки, законченной отверстіемъ около 6 мм. въ діаметрѣ. Пламя ея окружено стеклянною трубою.

Въ видѣ горючаго и одновременно поддерживающаго горѣніе газа здѣсь употребляется воздухъ, корбурированный парами пентана и заключенный въ газометрѣ. Для его приготовленія требуется 50 куб. см. пентана на 28,3 литра воздуха. Посредствомъ особаго крана высота пламени поддерживается въ 63,5 мм. Между газометромъ и горѣлкою вставленъ счетчикъ. Лампѣ этой ставили въ упрекъ ея сложность, обусловленную примѣненіемъ газометра и счетчика.

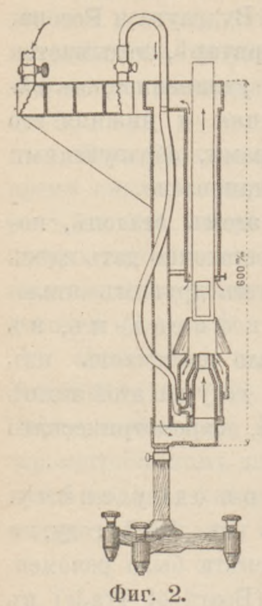
3. Пентановая лампа въ 10 свѣчей. Послѣдній варіантъ былъ предложенъ Вернонъ-Гаркуромъ въ 1898 году и съ 1901 года эта лампа введена для контроля Лондонскаго городскаго газа. Ея описаніе и правила ея употребленія были даны Комитетомъ „Gas Referees“ [2]).

---

[1]) f. c. 1895. p. 167.

[2]) D-r Fleming. Photometry of Electric Lamps. Journal of Institution of Electrical Engineers. 32. 126. (1903).

Эталонъ этотъ былъ принятъ Національною физическою лабораторіею. Патерсонъ предпринялъ изслѣдованіе ея и результаты своихъ работъ представилъ въ формѣ отчета Международной фотометрической комиссіи. Фиг. 2-я даетъ понятіе объ устройствѣ и дѣйствіи лампы Вернонъ-Гаркура.



Фиг. 2.

Ея горѣлка сдѣлана изъ жести и имѣетъ кольцеобразную форму съ внутреней и внѣшней тягой для воздуха. Воздухъ, достигая центра горѣлки черезъ кольцеобразный проходъ, сдѣланный вокругъ трубы и эвакуирующій сожженные газы, приходитъ уже нагрѣтымъ. Горѣлка потребляетъ воздухъ, пришедшій надъ поверхностью жидкаго пентана, помѣщеннаго въ резервуарѣ, вслѣдствіе чего воздухъ карбурируется. Три вертикальныхъ загражденія, расположенныхъ въ резервуарѣ нарочно увеличиваютъ длину пути и продолжительность времени, въ теченіе котораго воздухъ находится въ соприкосновеніи съ пентаномъ. Тяга обезпечена посредствомъ металлической трубы, а пламя закрыто металлическимъ почерненнымъ усѣченнымъ конусомъ и обнажено только со стороны фотометра. Для регулированія эталона, вершину пламени доводятъ до опредѣленной мѣтки противъ закрытаго слюдою отверстія въ трубѣ. Утилизируется только та часть пламени, которая заключена между стеаритовой горѣлкой и основаніемъ трубы, образующей экранъ. Эта высота должна равняться 47 мм. Регулированіе ея достигается легко посредствомъ крана, приводящаго карбурированный воздухъ Опредѣленіе положенія, въ которомъ вершина пламени касается мѣтки, довольно затруднительно, потому что пламя образуетъ часто нѣсколько вершинъ. Положеніе это отвѣчаетъ, впрочемъ, максимуму силы свѣта лампы, и такъ какъ измѣненія послѣдней въ этой области незначительны, то небольшое уклоненіе въ точности регулированія пламени влечетъ за собою очень незначительную ошибку въ величинѣ эталона.

Пентанъ есть очень летучій углеводородъ, получаемый дробною перегонкою газолина (петролейнаго эфира), онъ дол-

женъ перегоняться полностью между 25° и 40°С. Пары пентана въ 2,5 раза плотнѣе воздуха. Плотность жидкаго пентана должна быть 0,625 при 15°С. Въ инструкціяхъ „Gas Referees“ [1]) можно найти контрольныя пробы на химическую чистоту пентана. Жидкій пентанъ долженъ сохраняться на холодѣ, въ хорошо закупоренномъ сосудѣ, и наливаться въ резервуаръ лампы лишь передъ самымъ употребленіемъ.

Нормальная сила свѣта лампы Вернонъ-Гаркура была выбрана для слѣдующихъ атмосферныхъ условій: барометрическое давленіе въ 760 мм. и влажность воздуха, средняя за годъ для Лондона, 10 литровъ водяного пара на куб. метръ сухого воздуха.

Формула поправки, данная Патерсономъ [2]), заключаетъ два члена: первый относящійся къ атмосферному давленію H во время опыта, и второй для влажности воздуха. Для введенія послѣдней поправки поступаютъ слѣдующимъ образомъ. Во время опыта записываютъ температуры, обозначаемыя сухимъ термометромъ и влажнымъ термометромъ, около котораго работаетъ вентиляторъ. На основаніи этихъ двухъ данныхъ психрометрическія таблицы позволяютъ найти упругость водяного пара h, и число литровъ водяного пара въ куб. метрѣ сухого воздуха n посредствомъ извѣстной формулы

$$n = \frac{h}{H - h} \times 1000.$$

Сила свѣта лампы Вернонъ-Гаркура, для любаго опыта, въ свѣчахъ „Candle“ выражается формулою

$$1 \text{ Вернонъ-Гаркуръ} = 10 + 0{,}066\,(10 - n) - 0{,}008\,(760 - H).$$

Патерсонъ настаиваетъ на необходимости сильной и частой вентиляціи фотометрической комнаты, такъ какъ присутствіе углекислоты въ окружающемъ воздухѣ дѣйствительно ока-

---

[1]) D-r Fleming, l. c; Vautier. Étude sur la photométrie réglementaire en Allemagne, en Angleterre et en France. Compte rendu de la S-té téchnique du gaz. 1899.

[2]) Paterson: Rapport sur les comparaisons photométriques effecuées sur les lampes Vernon-Harcourt, Hefner et Carcel. Commission internationale photométrique. Paterson. Investigation on light standards. Journal of Institution of Electrical Engineers. 1907. 38. 271.

зываетъ сильное вліяніе на силу свѣта лампы. Во время его работъ фотометрическая комната никогда не оставалась болѣе 20 минутъ безъ сильной вентиляціи.

IV. Америка.

Здѣсь фотометрическія измѣренія выражаются въ англійскихъ свѣчахъ. По сообщеніямъ Г. Гайда, физика Палаты мѣръ въ Вашингтонѣ, и Г. Шарпа, директора Электрическихъ испытательныхъ лабораторій, фотометрическія измѣренія въ Америкѣ производились до сихъ поръ посредствомъ электрическихъ лампъ накаливанія, калибрированныхъ въ Германіи, въ Имперскомъ Физико-Техническомъ Институтѣ, и выраженныхъ въ англійскихъ свѣчахъ на основаніи вышеприведеннаго отношенія, по которому

Normal candle = 1,14 Hefner.

Заключеніе.

Во Франціи съ 1889 года сила свѣта выражается въ децимальныхъ свѣчахъ, но измѣренія дѣлаются до сихъ поръ при посредствѣ лампы Карселя, а переводъ на децимальныя свѣчи производится на основаніи отношенія, даннаго Віолемъ въ 1884 году, въ силу котораго

Децимальная свѣча = 0,104 Карселя.

Въ Германіи прежняя параффиновая свѣча Союза инженеровъ газовой и гидравлической промышленности (1868) замѣнена нынѣ повсюду лампой Гефнера съ уксуснокислымъ амиломъ, которая была принята нѣмецкими электротехниками. Подробныя наставленія къ лампѣ Гефнера были даны въ 1893 году. Результаты, выраженные въ „Vereins-Kerze", обыкновенно довольно стары и единица силы свѣта въ большинствѣ случаевъ обозначена.

Въ Англіи спермацетовая свѣча и ея величина, воспроизведенная пентановой лампой „въ 1 свѣчу", пользовалась полнымъ правомъ гражданства до работъ Патерсона 1905 и 1906 года; только къ новѣйшимъ изслѣдованіямъ приходится примѣнять новую величину свѣчи Вернонъ-Гаркура „въ 10 свѣчей".

Въ Америкѣ до сихъ поръ примѣняли въ качествѣ единицы англійскую спермацетовую свѣчу „Normal Candle“.

Въ заключеніе мы считаемъ полезнымъ дать сравнительную таблицу отношеній этихъ различныхъ единицъ. Величины, принятыя въ Цюрихѣ въ 1907 году, обведены двойной чертою. Отношенія, приведенныя въ этой статьѣ и послужившія для вычисленія приведенной таблицы, подчеркнуты.

Въ ожиданіи проблематическаго установленія международной единицы силы свѣта, рѣшеніе Международной фотометрической комиссіи уже даетъ возможность сравнивать результаты, полученные въ различныхъ странахъ, и обезпечиваетъ однородность коэффиціентовъ для перехода отъ одной единицы къ другой.

Сравнительная таблица единицъ силы свѣта.

	Децим. свѣча.	Карсель	Гефнеръ	Вернонъ-Гаркуръ въ 10 свѣчей	Normal-Candle	Vereins-Kerze
Децимальная свѣча (Франція)	1	0,104	$1,12_0$	$0,102_0$	0,98	0,93
Карсель (Франція)	9,60	1	$10,7_5$	$0,98_0$	9,4	8,9
Гефнеръ (Германія)	$0,89_5$	$0,093_0$	1	$0,091_5$	0,88	$0,83_5$
Вернонъ-Гаркуръ въ 10 св. (Англія)	$9,8_0$	$1,02_0$	10,95	1	9,6	9,1
Спермацетовая свѣча Normal-Candle (Англія	1,02	0,106	1,14	0,104	1	0,94
Параффиновая свѣча Vereins-Kerze (Германія)	1,07	0,112	1,20	0,110	1,05	1

Парижъ.

Физическія изслѣдованія въ скромной обстановкѣ.

Б. П. Вейнберга.

Избитая истина,—что для научной работы достаточны самыя скромныя экспериментальныя средства. Съ другой стороны несомнѣнно, что многія физическія изслѣдованія требуютъ совершенно исключительной обстановки: точнѣйшихъ и чувствительнѣйшихъ измѣрительныхъ приборовъ, постоянства температуры, отсутствія малѣйшей тряски, немагнитности матеріаловъ въ сосѣдствѣ и т. п. Правда и то, что та пора, когда великія открытія добывались чуть не голыми руками, отходитъ все болѣе и болѣе вглубь временъ, и что теперь со скромными средствами можно рѣшать большею частью лишь скромныя задачи, рѣшеніе которыхъ зачастую можетъ однако дать весьма полезные результаты для науки.

Каждый изъ работающихъ по физикѣ можетъ найти въ своей памяти или въ своихъ записныхъ книжкахъ много темъ, за разработку которыхъ онъ собирался или собирается взяться, откладывая ихъ изъ-за недостатка времени и изъ-за работы надъ другими темами. Часть такихъ темъ, вѣроятно, не требуетъ наличности дорогихъ приборовъ или особыхъ условій и впору самому скромному физическому кабинету средней школы. Съ другой стороны, многіе преподаватели были бы рады посвятить часть того небольшого досуга, который остается у нихъ даже при ихъ современномъ положеніи, какому-нибудь научному изслѣдованію, но не рѣшаются приступить (говорю это по опыту своихъ прежнихъ лѣтъ), за отсутствіемъ темы вообще или за отсутствіемъ подходящей темы: одна тема кажется привлекательною, но недоступна по выполненію; другая кажется слишкомъ мелкою; третья—недостаточно интересною. Только поработавъ надъ однимъ-другимъ вопросомъ, можно оцѣнить совѣтъ, который я часто слышалъ, но который мнѣ долго казался не цѣле-

сообразнымъ: „начните работать надъ какимъ угодно вопросомъ, и вы сами натолкнетесь на рядъ другихъ вопросовъ; но непремѣнно начните работать“.

Въ этихъ видахъ и въ надеждѣ, что мой примѣръ вызоветъ отзвукъ у другихъ физиковъ, имѣющихъ на готовѣ десятки темъ для изслѣдованій,—я позволю себѣ здѣсь намѣтить нѣсколько вопросовъ по тѣмъ отдѣламъ физики частичныхъ силъ, которыми я интересовался послѣдніе годы, — вопросовъ, разрѣшеніе которыхъ доступно при средствахъ даже скромнаго физическаго кабинета. Если хоть одинъ изъ этихъ вопросовъ остановитъ на себѣ чье-нибудь вниманіе и вызоветъ его рѣшеніе, цѣль настоящей замѣтки будетъ вполнѣ достигнута.

1. Опытъ Плато съ варомъ. Твердый варъ несомнѣнно обнаруживаетъ наличность поверхностнаго натяженія,— острый край разлома или разрѣза закругляется съ теченіемъ времени и т. п. Лѣтъ девять тому назадъ я помѣстилъ въ банки съ растворомъ селитры приблизительно одинаковой плотности съ варомъ, куски вара въ формѣ куба и четырехгранной и трехгранной пирамиды. Съ теченіемъ времени края этихъ кусковъ закруглились, и они, — по крайней мѣрѣ, единственный, сохранившійся до настоящаго времени, —значительно приблизились къ формѣ шара. Интересно было бы повторить тотъ же опытъ, но съ нѣкоторыми предосторожностями. Дѣло въ томъ, что коэффиціенты расширенія вара и раствора селитры различны, и потому кусокъ вара то всплываетъ къ пробкѣ сосуда, то опускается на дно. Лучше было бы взять довольно высокую стклянку и наполнить ее снизу нѣсколько болѣе плотнымъ растворомъ селитры, а сверху—нѣсколько менѣе плотнымъ. Тогда варъ, вѣроятно, никогда не поднимался бы до поверхности и не опускался-бы до дна, особенно если бы отъ времени до времени поддерживать ходъ диффузіи, подливая тяжелаго раствора внизъ и отсасывая слабаго раствора сверху, или наоборотъ. Варъ хорошо взять съ небольшою примѣсью сала, потому что такая примѣсь во много разъ уменьшаетъ коэффиціентъ внутренняго тренія и можетъ значительно ускорить опытъ. Любопытно отъ времени до времени фотографировать или измѣрять in situ кусокъ вара, для чего сосудъ хорошо взять съ плоско-параллельными стѣнками.

2. Подобрать жидкость, которая годилась-бы для опыта Плато и для пластинчатаго состоянія. Обыкновенно опыты Плато показываютъ съ масломъ въ растворѣ спирта и воды (или наоборотъ), а для жидкихъ пленокъ берутъ мыльную жидкость. Было-бы однако весьма поучительно, если-бы можно было пользоваться одною и тою-же жидкостью. Тогда можно было-бы образовать изъ нея шаръ внутри другой жидкости одинаковаго удѣльнаго вѣса, ввести въ этотъ шаръ проволочный остовъ, напр., тетраэдра, вытянуть тонкою трубкою большую часть этой жидкости, чтобы получить фигуру изъ жидкихъ пленокъ, примыкающихъ къ отдѣльнымъ частямъ остова, и—все это при освобожденіи отъ дѣйствія силы тяжести гидростатическимъ давленіемъ,—и затѣмъ вынуть эту фигуру изъ жидкости наружу. При тонкости стѣнокъ пленокъ роль силы тяжести будетъ ничтожна, и фигура должна остаться безъ измѣненія. Этимъ путемъ можно установить естественную связь освобожденія отъ дѣйствія силы тяжести путемъ пользованія закономъ Архимеда и путемъ оставленія у жидкости по возможности однихъ поверхностныхъ слоевъ.

3. Поверхностное натяженіе вара. Пока не существуетъ сколько нибудь достовѣрныхъ опредѣленій величины—и даже оцѣнки порядка величины—поверхностнаго натяженія какого либо твердаго тѣла. Можно попробовать опредѣлить эту постоянную для вара, причемъ изъ различныхъ методовъ наиболѣе подходящими явятся, быть можетъ, опредѣленіе разстоянія между вершиною и уровнемъ наибольшаго поперечнаго сѣченія „плоской капли" и опредѣленіе вѣса „капли". Для перваго способа нужно положить на горизонтальную плоскость одинъ или нѣсколько отдѣльныхъ кусковъ вара,—граммовъ по 5—50 вѣсомъ,—дать имъ съ теченіемъ времени принять подъ вліяніемъ силы тяжести форму сплющенной капли и измѣрять ихъ отъ времени до времени. Для второго способа нужно поставить извѣстный опытъ съ протеканіемъ вара сквозь воронку и слѣдить за быстротою спусканія капли и за діаметромъ суженія. Вѣроятно, наиболѣе достовѣрные результаты получатся для періода времени, предшествующаго ускоренію движенія капли внизъ. Полезно было бы ввести также поправку на силы внутренняго тренія въ цилиндрической части перехвата, несомнѣнно задерживающія паденіе капли.

4. Опредѣленіе поверхностнаго натяженія изъ вѣса капель. Самый методъ этотъ даже въ примѣненіи къ жидкостямъ—заключаетъ въ себѣ рядъ неизслѣдованныхъ условій. Таковы, напр., роль гидростатическаго давленія столба жидкости надъ перехватомъ капли, роль величины нормальнаго давленія на свободной поверхности жидкости, роль силъ внутренняго тренія въ стекающей жидкости. Интересно было-бы поэтому—помимо чисто теоретическихъ изысканій—попробовать сравнить вѣсъ капель, капающихъ съ конца короткой и длинной трубки, капающихъ съ трубки, расширяющейся кверху, и съ трубки суживающейся кверху; капель, капающихъ съ шариковъ различнаго діаметра или, обильнѣе, съ поверхностей различной кривизны,—не только выпуклыхъ, но и слегка вогнутыхъ; капель, капающихъ съ трубки при протеканіи жидкости черезъ капилляръ различнаго наклона и т. д.

5. Изученіе процесса образованія капель при помощи мгновенной фотографіи. Давая быстро образовываться одной каплѣ за другою въ темномъ помѣщеніи и помѣщая сзади капель небольшой продолговатый кусокъ фотографической пластинки, а спереди—шарики разрядника, можно получать отъ каждой искры прекрасный снимокъ тѣни капли въ моментъ разряда. Если вода льется, напр., изъ сосуда Маріотта, то условія образованія капель близки къ тождественности, а такъ какъ моментъ проскакиванія искры можетъ совпасть съ любою фазою образованія и паденія капли, то, сдѣлавъ нѣсколько сотъ снимковъ, можно съ нѣкоторою достовѣрностью опредѣлить и картину самаго хода процесса образованія капель во времени: наиболѣе быстро протекающія фазы будутъ наиболѣе рѣдко попадаться на снимкахъ, наиболѣе медленныя—наиболѣе часто. Какіе любопытные результаты получаются при этомъ, показываютъ, напр., снимки, сдѣланные И. Я. Точидловскимъ [1]): есть стадія, при которой капля виситъ на жидкомъ остріѣ, которымъ кончается сузившійся перехватъ капли. Отчетливо обнаруживаются и послѣдующія колебанія падающей капли.

6. Опредѣленіе коэффиціента внутренняго тренія пластичныхъ твердыхъ тѣлъ. Для тѣлъ, не текущихъ подъ вліяніемъ собственнаго вѣса,—стекло, стеаринъ, парафинъ,—удобенъ способъ закручиванія цилиндровъ или тру-

[1]) Часть ихъ изображена на рис. 63 въ моей книжкѣ „Физика частичных сил“. Одесса, 1903.

бокъ; для болѣе „мягкихъ" тѣлъ, можно легко осуществить методъ закручиванія слоя, находящагося между двумя коаксіальными цилиндрами. Для этого нужно взять двѣ стеклянныхъ трубки, изъ которыхъ одна свободно входила бы въ другую, внѣшнюю укрѣпить вертикально и неподвижно, на днѣ прикрѣпить „центръ", на которомъ вращалась-бы ось, въ верхней части зажатая между подшипниками. Съ этою осью скрѣпляется вторая стеклянная трубка, а сверху—кругъ крученія и зеркальце для отсчетовъ по способу зеркала и шкалы. Въ нижнюю часть пространства между цилиндрами наливается ртуть, а затѣмъ помѣщается изслѣдуемое вещество—варъ, воскъ, канифоль, сургучъ (наливаются въ расплавленномъ состояніи), глина. При дѣйствіи постоянной силы (грузъ на веревкѣ, идущей отъ круга крученія и перекинутой черезъ блокъ) внутренній цилиндръ приходитъ въ равномѣрное движеніе.

Интересно прослѣдить, пропорціональна-ли быстрота вращенія нагрузкѣ, т. е. постояненъ-ли коэффиціентъ внутренняго тренія; опредѣлить порядокъ величины этого коэффиціента для различныхъ матеріаловъ; изучить вліяніе температуры и вліяніе примѣсей —напр., на смѣсяхъ канифоли со скипидаромъ.

7. Изученіе процессовъ релаксаціи растворовъ желатины. Пріемъ крученія слоя между двумя цилиндрическими поверхностями былъ примѣненъ проф. Шведовымъ для изученія процессовъ, происходящихъ при деформированіи $^1/_2$—и 1—процентныхъ водныхъ растворовъ желатины и привелъ его къ открытію „твердости жидкости", т. е. способности ихъ къ упругимъ деформаціямъ,—и къ обобщенію закона релаксаціи, даннаго Максвеллемъ. Изслѣдованіе это было крайне трудно вслѣдствіе ничтожности силъ, которыя приходилось обнаруживать. При бóльшихъ-же концентраціяхъ желатины оно значительно упрощается, такъ какъ привѣшивать внутренній цилиндръ можно на довольно толстыхъ проволокахъ, крученіе которыхъ доставляетъ силу, потребную для деформированія этихъ „жидкостей". Было-бы очень интересно прослѣдить, какъ измѣняется модуль сдвига, предѣлъ упругости, время релаксаціи, зависимость коэффиціента внутренняго тренія отъ быстроты деформаціи и самая величина этого коэффиціента при измѣненіи процентнаго содержанія желатины.

Петербургъ.

Телеграфированіе безъ проводовъ по системѣ Пульсена.

Можно сказать безъ преувеличенія, что открытіемъ Пульсена телеграфированіе безъ проводовъ вошло въ такую фазу, которая открываетъ этой области техники совершенно новые горизонты. Данная область изобилуетъ за послѣднее время все новыми и новыми изобрѣтеніями, но всѣ они занимаютъ второстепенное мѣсто.

Пульсенъ, извѣстный уже своимъ изобрѣтеніемъ телеграфона, взялся за изслѣдованіе главнаго основанія телеграфа безъ проводовъ, а именно, за изслѣдованіе источниковъ, въ которыхъ зарождаются электрическія волны. Источникомъ этимъ обыкновенно является искра, образующаяся между двумя частями трансформатора. Хотя такого рода источникъ даетъ волны, которыя распространяются на очень большое разстояніе, но все же онѣ вскорѣ теряются въ пространствѣ, какъ звуковыя волны.

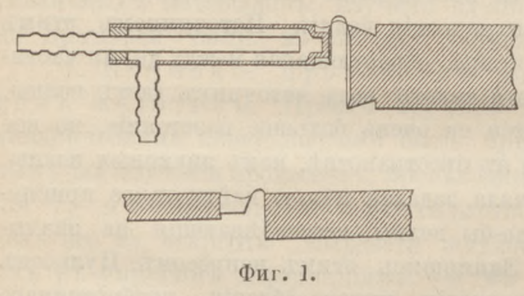
Изобрѣтатель сначала задался цѣлью найти такое приспособленіе, которое давало-бы волны, неослабѣвающія на значительномъ разстояніи. Занявшись этимъ вопросомъ, Пульсенъ вскорѣ перешелъ къ изученію приспособленія, изобрѣтеннаго англійскимъ физикомъ Дюделлемъ, для воспроизведенія вольтовой дуги. Это приспособленіе даетъ перемѣнный токъ съ частотой, достигающей свыше 40000 періодовъ въ секунду. Но такое число періодовъ недостаточно для цѣлей безпроволочнаго телеграфированія. Слѣдовательно, въ систему Дюделля понадобилось ввести такія измѣненія, чтобы получить не только электрическія волны неослабѣвающей силы, но чтобы онѣ обладали также и достаточной частотой.

Для достиженія этой цѣли Пульсенъ зажигалъ вольтову дугу въ атмосферѣ водорода. При первыхъ опытахъ угли помѣщались въ горизонтальное положеніе, причемъ дуга и око-

нечности электродовъ были охвачены пламенемъ алкоголя. Затѣмъ изобрѣтатель замѣтилъ, что газы водорода, эѳира, амміака и вообще всѣ газы, богатые содержаніемъ водорода, даютъ возможность довести частоту до милліоновъ періодовъ и получить электрическія волны неослабѣвающей силы. Но волны эти зарождались только тогда, когда вольтова дуга достигала вполнѣ опредѣленной длины, которую можно называть „активной длиной“. Активная длина можетъ измѣняться въ нѣкоторыхъ предѣлахъ; она увеличивается съ силой питающаго ее тока и уменьшается съ повышеніемъ числа колебаній.

Но какъ объяснить себѣ роль водорода въ этомъ процессѣ?

Вначалѣ Пульсенъ предполагалъ, что дѣйствіе водорода зиждется на исключительныхъ особенностяхъ газа при его охлажденіи, но потомъ онъ пришелъ къ мысли, что эти особенности связаны съ физическими свойствами водорода, ибо его атомы признаны Томсономъ наименьшими изъ всѣхъ существующихъ. Этимъ можно объяснить его хорошую теплопроводность и его быструю іонизацію.

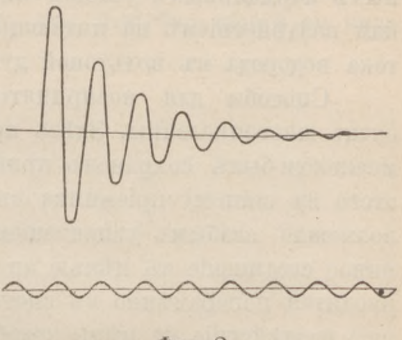


Фиг. 1.

По всей вѣроятности, дѣйствіе водорода въ опытахъ Пульсена не только термическое, но и электрическое. Несомнѣнно, однако, что уменьшеніе тепла въ вольтовой дугѣ производитъ большое воздѣйствіе на образованіе незагасающихъ волнъ, ибо если произвести какимъ нибудь способомъ охлажденіе, напримѣръ, при помощи циркуляціи воды въ анодѣ, какъ показано на фиг. 1-й, то получаются аналогичные результаты. Изъ этого рисунка, кромѣ того, видно, что дуга образуется въ верхней части электродовъ. Такое положеніе дуги вызывается тѣмъ, что дуга зажигается въ магнитномъ полѣ, а послѣднее производитъ одновременно сильное паденіе потенціаловъ между обоими электродами.

Всѣ эти соображенія привели Пульсена къ конструкціи его новаго прибора для образованія съ помощью вольтовой дуги электрическихъ волнъ. Его приборъ состоитъ, главнымъ образомъ, изъ вольтовой дуги, помѣщенной въ магнитномъ

полѣ. Кромѣ магнитнаго воздѣйствія, дуга подвергается одновременно вліянію струи, состоящей изъ водорода съ примѣсью углерода. Необходимая для этого смѣсь образуется при протеканіи водорода черезъ сосудъ съ нефтью. Всю свою установку Пульсенъ помѣщаетъ въ особую камеру, сдѣланную изъ мрамора и снабженную трубкой, черезъ которую уходятъ отработанные въ вольтовой дугѣ газы. Полученныя такимъ образомъ электрическія волны не гаснутъ быстро въ пространствѣ и превращаютъ свою первоначальную неправильную форму, которую видно вверху на фиг. 2-й, въ совершенно правильную, показанную внизу фигуры.



Фиг. 2.

Спрашивается теперь, могутъ ли означенныя волны быть посланы и восприняты при помощи обыкновенныхъ приборовъ на станціяхъ безпроволочнаго телеграфа.

Передатчикъ обыкновенно выполняетъ двоякаго рода функціи: включеніе и передачу. Опытъ показалъ, что обыкновенные методы вполнѣ пригодны и для способа Пульсена, причемъ антенъ съ его противовѣсами должны образовать одну общую цѣпь колебаній, въ которую вольтова дуга включается такимъ образомъ, что электрическія колебанія передаются непосредственно воздушнымъ проводомъ. Необходимая для этого энергія можетъ доставляться въ антенъ при помощи или постояннаго, или непостояннаго соединенія.

Способы передачи электрическихъ токовъ безъ проводовъ многочисленны. Методъ, который примѣняется Пульсеномъ, заключается во включеніи и выключеніи въ цѣпь антена цѣпи, производящей беспрерывныя колебанія. Этотъ способъ сходенъ съ тѣмъ, который употребляется въ обыкновенной телеграфіи, когда линія выключается между двумя посылаемыми импульсами тока.

Въ одномъ и другомъ случаѣ энергія производится непрерывно, а передатчикъ лишь посылаетъ токи по назначенію въ каждый желательный моментъ. Передача можетъ производиться также зажиганіемъ вольтовой дуги между углями при каждомъ посылаемомъ сигналѣ, или же измѣненіемъ длины

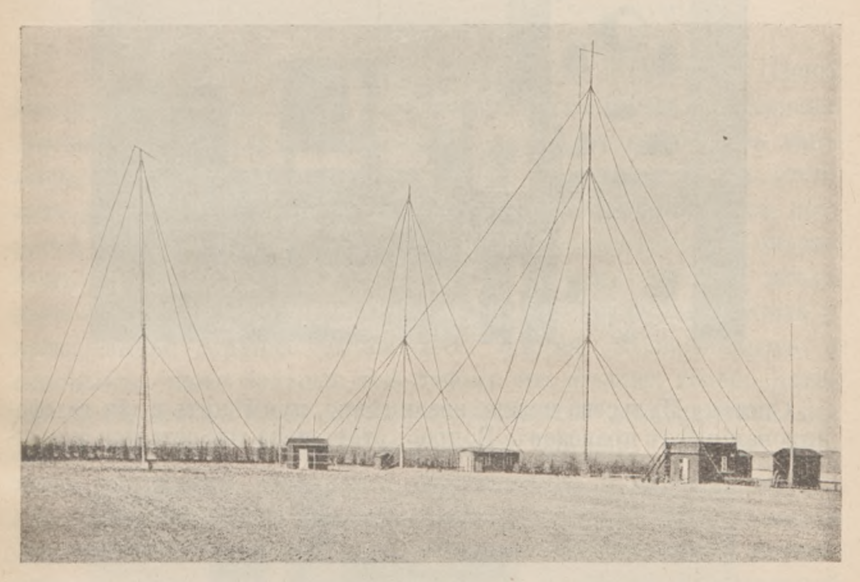
вольтовой дуги, причемъ при посылкѣ сигнала она становится активной, а въ промежуточномъ періодѣ между однимъ и другимъ посылаемымъ импульсомъ остается неактивной. Наконецъ, энергію можно передавать при наличности всѣхъ остальныхъ нормальныхъ условій еще измѣненіемъ магнитнаго поля: или воздѣйствіемъ на питающій токъ, или измѣненіемъ притока водорода къ вольтовой дугѣ.

Способы для воспринятія электрическихъ волнъ также очень многочисленны. Здѣсь прежде всего важно, чтобы по возможности былъ сохраненъ принципъ резонанса; для достиженія этого въ систему пріемника вводятъ осциллирующую цѣпь съ возможно слабымъ успокоеніемъ и устанавливаютъ непостоянное соединеніе съ цѣпью антена. Такимъ образомъ когереръ вводится попеременно въ систему и производитъ соотвѣтствующее воздѣйствіе на цѣпь колебаній. Для послѣдней цѣли пользуются спеціальнымъ аппаратомъ, называемымъ „тактеръ“ и состоящимъ изъ электромагнитнаго прерывателя. Примѣняемый пріемный аппаратъ также электромагнитный, но онъ комбинированъ только съ телефономъ. Мы не станемъ здѣсь дальше останавливаться на остальныхъ деталяхъ, такъ какъ онѣ представляютъ уже интересъ только для спеціалистовъ, и отмѣтимъ лишь, что пріемная станція характеризуется слабымъ успокоеніемъ и непостояннымъ соединеніемъ съ антеномъ.

Изобрѣтенная Пульсеномъ система безпроволочнаго телеграфа позволяетъ передавать одновременно изъ одной общей станціи столько волнъ различной длины, сколько имѣется передаточныхъ аппаратовъ, причемъ волны не смѣшиваются другъ съ другомъ; каждая телеграмма достигаетъ той пріемной станціи, для которой она предназначается и только ею воспринимается. Слѣдовательно, вопросъ о настройкѣ рѣшенъ, если не въ абсолютной формѣ, то во всякомъ случаѣ съ достаточнымъ успѣхомъ. Такимъ образомъ двѣ станціи A и B сообщаются между собою безъ всякой помѣхи при длинѣ волнъ въ 600 метровъ, въ то время, какъ сосѣднія станціи A_1 и B_1 сносятся между собою волнами въ 606 метровъ. Если присоединить три различно настроенныхъ пріемника къ одному антену, то можно получить одновременно три различныхъ телеграммы. Такъ какъ генераторъ перемѣннаго тока можетъ производить серію электрическихъ волнъ, величина которыхъ колеблется между 300 и

3000 метр., то возможно на одной и той же территоріи установить нѣсколько сотъ станцій, лишь бы для станцій, находящихся на наиболѣе далекомъ разстояніи, примѣнялись наиболѣе длинныя волны.

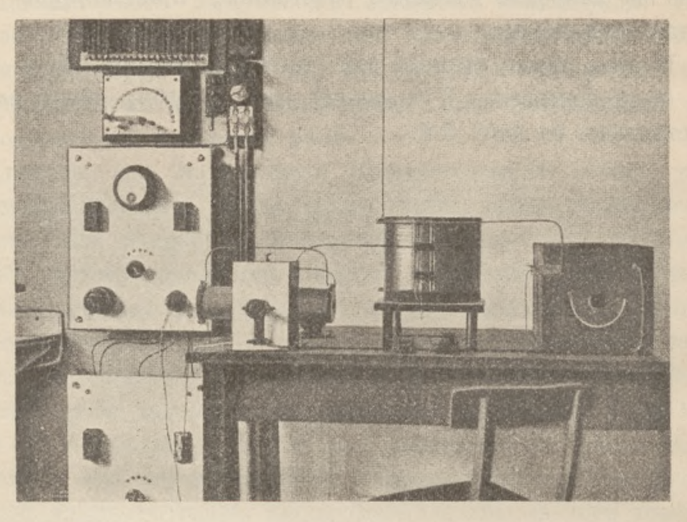
Первая такая станція для телеграфированія безъ проводовъ была построена Пульсеномъ въ Лингби; общій ея видъ представленъ на фиг. 3-й.



Фиг. 3.

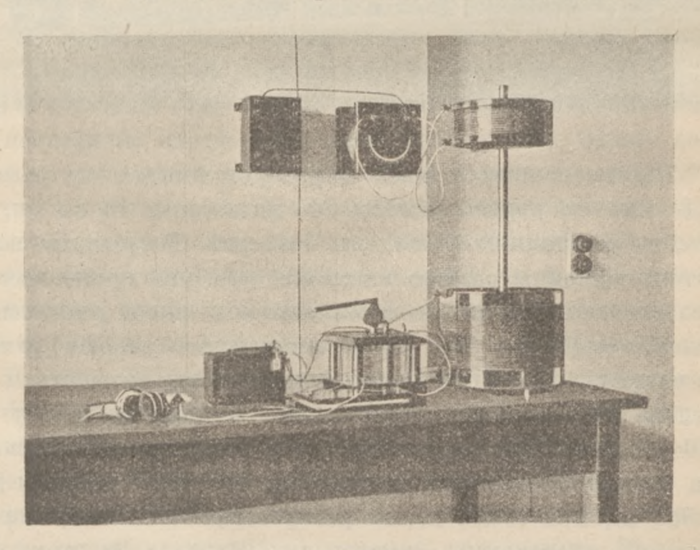
Пріемная станція была сперва установлена на разстояніи въ 15 км. отъ первой, затѣмъ на разстояніи 46 км. и, наконецъ, на разстояніи 30 км., въ Эсбьергѣ. Результаты первыхъ опытовъ достойны особаго вниманія, ибо они лучше всего свидѣтельствуютъ о практическомъ значеніи новой системы. При расходѣ энергіи въ 700 уаттъ истекающая энергія равнялась 100 уаттамъ, а разность потенціаловъ между антеномъ и землей достигла 2000 вольтъ; длина волнъ колебалась между 750 и 1000 метровъ. При увеличеніи силы магнитнаго поля вольтова дуга давала истекающую энергію въ 400 уаттъ и волны длиною въ 850 м.; при этомъ волны распространялись надъ моремъ на разстояніе нѣсколькихъ тысячъ километровъ. Въ этомъ случаѣ мощность питающаго тока была равна 2800 уаттамъ при напряженіи въ 240 вольтъ.

На фиг. 4-й изображена передаточная станція Эсбьерга, а на рис. 5-мъ пріемная.



Фиг. 4.

Систему Пульсена можно, несомнѣнно, примѣнить и для телефонированія безъ проводовъ. Вопросъ этотъ пока еще остается откры-



Фиг. 5.

тымъ, но онъ также найдетъ себѣ въ скоромъ будущемъ свое рѣшеніе.

С.-Петербургъ. Инж.-элек. *П. Стабинскій.*

Памяти Анри Беккереля.

Г. Дарбу[1]).

Когда 29 іюня текущаго года Анри Беккерель (Henri Becquerel) единогласно былъ избранъ непремѣннымъ секретаремъ Академіи по отдѣлу физическихъ наукъ, то кто-бы изъ насъ могъ подумать, что черезъ два мѣсяца внезапная смерть отниметъ у насъ человѣка, еще полнаго силъ и здоровья, въ возрастѣ всего лишь 55 лѣтъ. Этотъ ударъ неумолимой смерти былъ особенно тяжелъ для Академіи, потому что изъ всѣхъ даже самыхъ знаменитыхъ ученыхъ, которыхъ она отняла у насъ, ничье будущее не казалось такимъ обезпеченнымъ и славнымъ, какъ будущее того, кому мы отдаемъ теперь нашъ послѣдній долгъ. Анри Беккерель родился 15 декабря 1852 года въ тихомъ домѣ Музея Естественной Исторіи, гдѣ уже протекли двѣ жизни, отданныхъ изслѣдованію и изученію природы,—жизни его дѣда Антуана Беккереля и его отца Эдмонда Беккереля. Счастье, казалось, улыбалось ему съ самой молодости: онъ давно уже сталъ профессоромъ въ Музеѣ Естественной Исторіи и въ Политехнической Школѣ, онъ былъ членомъ нашей Академіи въ теченіе почти 20 лѣтъ, и еще недавно сдѣлался лауреатомъ Нобелевской преміи, которую онъ раздѣлилъ съ супругами Кюри,—и все предсказывало ему славное будущее. Какъ я былъ счастливъ, когда увидѣлъ его рядомъ съ собой; вѣдь я самъ направлялъ его первые научные шаги. Не менѣе отрадно мнѣ было посвящать его въ обязанности непремѣннаго секретаря Академіи. А. Беккерель провелъ всю свою жизнь въ академической средѣ и потому хорошо зналъ наши традиціи, ревностно оберегая доброе имя нашего общества. Уже много лѣтъ тому назадъ я убѣдился въ томъ, что у А. Бекке-

[1]) Рѣчь, произнесенная на похоронахъ Анри Беккереля отъ имени Парижской Академіи ея непремѣннымъ секретаремъ Гастономъ Дарбу. C. R. CXLVII, p. 443.

реля уравновѣшенность ума соединялась съ рѣдкой изобрѣтательностью и съ исключительной силой стремленія къ изслѣдованіямъ, и я уже готовился помогать по мѣрѣ силъ своему бывшему ученику, сдѣлавшемуся нашимъ знаменитымъ и славнымъ собратомъ, какъ вдругъ всѣ эти надежды разбились передъ его гробомъ. Теперь не время разбирать труды того, кого мы оплакиваемъ. 38 лѣтъ тому назадъ его дѣдъ, поручая его мнѣ, сказалъ: „Онъ пойдетъ далеко“, и внукъ оправдалъ ожиданія дѣда. Въ 1872 г. онъ былъ принятъ въ Политехническую школу (École Polytechnique), а въ 1874 г. онъ поступилъ въ Институтъ Путей Сообщенія (École des Ponts et Chaussées) и, не ожидая конца своего ученія, принялся тамъ за оригинальныя изслѣдованія. Благодаря сочувственному отзыву такого строгаго критика, какъ Физо, его первые труды о вращеніи плоскости поляризаціи въ магнитномъ полѣ были помѣщены въ нашемъ „Сборникѣ для иностранныхъ ученыхъ“ (Recueil des savants étrangers). Вслѣдъ за этимъ одинъ за другимъ стали появляться и другіе его мемуары; всѣ они были проникнуты высокими теоретическими воззрѣніями и всѣ содержали какое-нибудь точное изслѣдованіе, какъ напримѣръ, вращеніе плоскости поляризаціи въ газахъ; его работы обнаруживали въ немъ замѣчательныя экспериментальныя способности, рѣдко встрѣчающіяся у другихъ. Присудивъ А. Беккерелю всѣ знаки отличія, которыми располагала наша Академія, она не замедлила призвать его въ наше физическое отдѣленіе, куда онъ вошелъ 27 мая 1889 г. въ возрастѣ 36 лѣтъ, занявъ мѣсто М. Бертело, избраннаго въ то время непремѣннымъ секретаремъ. Эта высшая награда, на которую другіе посмотрѣли-бы какъ на увѣнчаніе своей карьеры, еще больше увеличила пылъ А. Беккереля. Побуждаемый желаніемъ болѣе подробно разработать самое замѣчательное изъ открытій, сдѣланныхъ его отцомъ, онъ предпринялъ цѣлый рядъ изслѣдованій надъ фосфоресценціей, и когда появились открытія Ленарда и Рентгена, то онъ оказался отлично подготовленнымъ для того, чтобы совершенно самостоятельно продолжать изысканія въ этой области. Такимъ образомъ, безъ особаго труда имъ были открыты лучи, испускаемые ураномъ и его составными, которые въ знакъ признательности къ заслугамъ А. Беккереля самые выдающіеся ученые назвали его именемъ и такимъ образомъ утвердили за нимъ честь открытія самопроизвольной радіоактивности.

Нѣтъ сомнѣнія въ томъ, что Академія еще вспомнитъ заслуги того, кто открылъ физикамъ всего міра новые пути изслѣдованія, по которымъ за нимъ уже послѣдовали супруги Кюри. Я хочу сказать, что своей короткой жизнью А. Беккерель далъ намъ великій и славный урокъ. Изобрѣтательность вообще очень рѣдкое качество, а онъ былъ надѣленъ имъ въ наивысшей мѣрѣ. Но не забудемъ при этомъ, что, рѣшаясь изслѣдовать и развивать вопросъ о радіоактивности, съ которою отнынѣ его имя будетъ связано навсегда, онъ выполнялъ и свой сыновній долгъ, продолжая дѣло, завѣщанное ему дѣдомъ и отцомъ.

Анри Беккерель показалъ намъ, какихъ чудесныхъ результатовъ могутъ достигнуть изслѣдованія, когда они ведутся съ безкорыстіемъ и постоянствомъ нѣсколькими поколѣніями ученыхъ. Его благородный примѣръ никогда не будетъ забытъ. Жизнь семьи Беккерелей не могла погаснуть въ тотъ моментъ, когда она сіяла такимъ яркимъ блескомъ: нашъ собратъ оставилъ намъ наслѣдника своей мысли, и первые труды его сына Жанна Беккереля Академія уже привѣтствовала; сынъ, внукъ и правнукъ четырехъ академиковъ, онъ, несомнѣнно, оправдаетъ то довѣріе, которое мы питаемъ къ нему. И пусть благородная и преданная подруга, принимавшая столь близкое участіе въ работахъ нашего собрата и сумѣвшая скрасить его жизнь, также приметъ выраженіе нашего глубокаго сочувствія. Если бы что либо могло смягчить ея горе, которое мы раздѣляемъ съ ней, то, конечно, это должны были бы сдѣлать тѣ многочисленныя письма, привѣтствія и телеграммы, которыя выражаютъ намъ соболѣзнованіе со всѣхъ сторонъ. Лондонское же Королевское Общество, эта старшая сестра нашей Академіи Наукъ, сочло даже своимъ долгомъ прислать сюда своего представителя и почтить такимъ образомъ еще разъ того, кого она всего нѣсколько мѣсяцевъ тому назадъ зачислила въ свои ряды въ качествѣ иностраннаго члена, и кому нѣсколько лѣтъ тому назадъ она присудила одну изъ своихъ лучшихъ медалей.

Некрологъ Э. Маскара.

Въ сентябрѣ скончался въ Парижѣ на 72 году жизни извѣстный физикъ, академикъ Маскаръ. Онъ родился 20 февраля 1837 года въ Карублѣ, а учился послѣдовательно въ Лиллѣ, Дуэ и Парижѣ, гдѣ въ 1858 году поступилъ въ Высшую нормальную школу и гдѣ въ 1864 г. пріобрѣлъ степень доктора физики за изслѣдованіе ультра-фіолетовой части солнечнаго спектра.

Свою педагогическую карьеру Маскаръ началъ учительствомъ въ лицеѣ г. Меца, а потомъ въ лицеѣ Наполеона въ Парижѣ и въ Версальскомъ лицеѣ. Онъ прервалъ ее во время франко-прусской войны, когда принялъ на себя отвѣтственный постъ директора патроннаго завода въ Байонѣ. По окончаніи войны онъ вернулся въ Парижъ и здѣсь получилъ мѣсто и. д. профессора въ Collège de France, замѣстивъ знаменитаго Реньо; Реньо еще жилъ, но не могъ уже работать: война отняла у него его сына и превратила въ прахъ его лабораторію въ Севрѣ.

Съ той поры и до самой смерти Маскаръ оставался профессоромъ этого знаменитаго учрежденія и произвелъ здѣсь много научныхъ изслѣдованій, которыя обезпечили ему міровую извѣстность. Въ 1878 г. онъ былъ назначенъ членомъ Международнаго метеорологическаго комитета, а въ 1896 г. его предсѣдателемъ; въ 1881 г. онъ принималъ дѣятельное участіе въ организаціи перваго конгресса электриковъ въ Парижѣ и пріобрѣлъ себѣ симпатіи такихъ лицъ, какъ Вилльямъ Томсонъ (Лордъ Кельвинъ), Клаузіусъ, Дюма и другія; въ 1884 г. онъ далъ точную мѣру электрохимическаго эквивалента серебра, а въ 1885 г. въ сообществѣ съ Бенуа и Нервиллемъ нашелъ эталонъ ома. Всѣ эти работы открыли ему двери Академіи, и съ 1884 г. онъ сталъ ея членомъ.

Маскаръ оставилъ нѣсколько большихъ трактатовъ: по электричеству и магнитизму, 2 тома 1882 г.; по оптикѣ, 3 тома 1899—1892 г.; по земному магнитизму, 1 томъ 1900 г.

Вся жизнь Маскара была посвящена труду и занятіямъ, и слѣды его дѣятельности можно найти далеко за предѣлами его каѳедры. Онъ интересовался не только одною наукою, но также и ея приложеніями къ промышленности и ревностно поддерживалъ связь съ современною электротехникою.

Некрологъ Адольфа Вюлльнера.

6 октября скончался въ Аахенѣ, 73 лѣтъ отъ роду, извѣстный профессоръ физики А. Вюлльнеръ. Онъ занималъ въ тамошнемъ политехникумѣ каѳедру физики съ 1869 г. и въ іюнѣ текущаго года отпраздновалъ 50-лѣтній юбилей своей преподавательской дѣятельности. Родился онъ 13 іюня 1835 года въ Дюссельдорфѣ, а учился въ Боннѣ, Мюнхенѣ, Берлинѣ и Магдебургѣ, гдѣ и получилъ званіе доктора и доцента въ 1858 г.

Послѣ А. Вюлльнера остаются выдающіяся работы по удѣльнымъ теплотамъ жидкостей и газовъ, по упругости паровъ смѣсей жидкихъ тѣлъ и соляныхъ растворовъ, по показателямъ преломленія, по измѣненію спектра поглощенія іода, по спектрамъ испусканія азота въ зависимости отъ температуры и давленія. Кромѣ того, онъ написалъ въ свое время очень извѣстный и большой курсъ физики „Lehrbuch der Experimentalphysik“, выдержавшій нѣсколько изданій.

Revue Scientifique, 1908, p. 508.

Библіографія.

9. *Dr. O. Manville.* Les découvertes modernes en physique. Leur théorie et leur rôle dans l'hypothèse de la constitution électrique de la matière. Paris. Hermann éditeur. 1908 pp. II+186. Prix 5 fr.

Новѣйшіе успѣхи въ области электричества проявляются почти ежедневно и создаютъ очень богатую литературу, услѣдить за которою не легко. Кромѣ того, читателю важно время отъ времени сопоставить отдѣльные факты и объединить ихъ въ

одной стройной теоріи. Только въ этомъ случаѣ читатель пріобрѣтаетъ прочное знаніе и чувствуетъ глубокій интересъ къ излагаемому предмету.

Иксъ-лучи, катодные и анодные лучи, радіоактивность, электроны и ихъ свойства, —вотъ тѣ вопросы, которые теперь постоянно разрабатываются, и на которые многіе изслѣдователи даютъ свой посильный отвѣтъ. Дѣло идетъ о пересозданіи основныхъ нашихъ воззрѣній на вещество и на его строеніе. Вчерашняя механика объясняла физическія явленія и въ частности электрическія явленія матеріей и ея движеніемъ; сегодняшняя механика хочетъ все объяснить электричествомъ и его движеніемъ.

Лоджъ въ Англіи и Риги въ Италіи впервые написали по книгѣ, въ которыхъ они старались въ общепонятномъ и интересномъ изложеніи ознакомить широкіе круги образованныхъ людей съ успѣхами современной физики. Эти книги написаны уже нѣсколько лѣтъ тому назадъ и съ тѣхъ поръ стали очень извѣстными. Во Франціи такого обзора еще не появлялось, и вотъ д-ръ Манвиллъ задался цѣлью восполнить этотъ пробѣлъ.

Свою книгу онъ расположилъ по слѣдующему плану: Гл. I. Электрическій разрядъ черезъ жидкости. Гл. II. Разрядъ черезъ газы. Гл. III. Іонизація газовъ. Гл. IV. Электронъ. Гл. V. Радіоактивныя тѣла. Гл. VI. Наведенная радіоактивность. Гл. VII. Электронная теорія матеріи.

Какъ общее распредѣленіе матеріала, такъ детали и изложеніе сдѣланы очень умѣло. Въ отличіе отъ популяризаторовъ, изложеніе которыхъ оставляетъ читателя далеко въ сторонѣ отъ сущности изучаемыхъ вопросовъ, Манвиллъ старается ввести его въ ихъ кругъ и, гдѣ нужно, составляетъ необходимыя для пониманія дифференціальныя уравненія и изучаетъ ихъ. Однако, и здѣсь онъ не теряетъ чувства мѣры и, гдѣ можно, пользуется несложнымъ анализомъ. Книга написана по первоисточникамъ и обильно снабжена литературными указаніями на случай справокъ.

Кто желаетъ серьезно ознакомиться съ успѣхами современнаго намъ ученія объ электричествѣ, тотъ съ удовольствіемъ и съ пользою прочитаетъ новую книгу Манвилля.

Г. Де-Метцъ

10. *Bulletin de l'Union des Physiciens.* Paris, 1907. № 1—8, p. 144. 3 fr.

Въ очень интересной статьѣ, помѣщенной въ „Физическомъ Обозрѣніи" за 1907 г., стр. 258, г. Дельвалезъ впервые сообщилъ намъ о „Союзѣ французскихъ физиковъ". Теперь мы имѣемъ передъ собою восемь нумеровъ „Бюллетеня", по которымъ можно полнѣе и лучше судить о цѣляхъ и задачахъ этого перваго союза физиковъ.

Какъ видно изъ устава, союзъ физиковъ состоитъ изъ преподавателей физическихъ и естественныхъ наукъ, находящихся на службѣ въ лицеяхъ и коллежахъ для учащихся обоего пола, а задача его заключается въ томъ, чтобы собирать и давать каждому члену всѣ необходимыя для преподаванія свѣдѣнія и этимъ улучшать самое преподаваніе.

Собранія союза происходятъ въ Педагогическомъ музеѣ въ Парижѣ, въ улицѣ Гей Люссака; предсѣдателемъ его состоитъ Мерме, преподаватель въ лицеѣ Карла Великаго; среди его членовъ, около 250, не мало женщинъ (45), и одна изъ нихъ, m-lle Мургъ, состоитъ вице-предсѣдателемъ союза.

Изъ доклада Мерме видно, что союзъ физиковъ возникъ подъ вліяніемъ реформъ средней школы, проведенныхъ во Франціи въ 1902 г. и глубоко измѣнившихъ условія преподаванія физики введеніемъ обязательныхъ практическихъ занятій. Передъ каждымъ французскимъ преподавателемъ стояла такая новая, такая трудная задача, что только при дружномъ участіи всѣхъ можно было надѣяться на благополучное ея рѣшеніе. Въ самомъ дѣлѣ, если оставить въ сторонѣ Англію и Америку, то на континентѣ Европы еще нигдѣ не были введены систематическія и обязательныя занятія по физикѣ. Брать примѣры съ Англіи и Америки, гдѣ школы совершенно иначе организованы, чѣмъ на континентѣ, было трудно. Оставалось, слѣдовательно, все придумать и все сдѣлать самимъ. И вотъ, чтобы сдѣлать поскорѣе и получше, рѣшили соединить опытъ и знаніе многихъ въ одно цѣлое. Каждый долженъ былъ принести союзу все лучшее, чѣмъ онъ владѣетъ въ преподаваніи. Оффиціально союзъ открылся, однако, только весною 1906 г. во время Пасхальныхъ собраній Французскаго физическаго общества, а первый нумеръ „Бюллетеня" союза вышелъ въ свѣтъ въ мартѣ 1907 г. Интересно отмѣтить, что этотъ союзъ преслѣдуетъ цѣли

исключительно педагогическія и служитъ лишь умственнымъ интересамъ преподавателя, оставляя въ сторонѣ экономическіе и служебные вопросы.

Сообразно этому плану Бюллетень союза физиковъ полонъ самыхъ разнообразныхъ справокъ. Каждый членъ по мѣрѣ надобности присылаетъ въ редакцію Бюллетеня интересующій его вопросъ, а кто либо изъ товарищей отвѣчаетъ ему въ ближайшихъ нумерахъ. Въ теченіе 1907 г. было предложено 54 вопроса, и на многіе изъ нихъ послѣдовали отвѣты. Для характеристики укажемъ нѣкоторые вопросы: 1. Можно-ли придать изученію чечевицъ болѣе физическій обликъ сравнительно съ тѣмъ, который ему придаютъ обычно? 2. Гдѣ можно достать стали, спеціально приготовленной для магнитовъ; размѣры; цѣна? 3. Какъ осуществить очень рѣзкое искривленіе линій при помощи фотографическаго объектива; какъ его установить, чтобы линіи были выпуклы и вогнуты, и какъ ихъ сфотографировать? 4. Какъ самому приготовить балистическій гальванометръ? 5. Какъ элементарно вычислить скорость катящагося тѣла по наклонной плоскости? 6. Полезно-ли раздавать ученикамъ листки съ указаніемъ манипуляцій до занятій? 7. Какъ сохранять оксилитъ? 8. Гдѣ можно дешево купить стеклянные кубы, пластинки плоскопараллельнаго стекла, призмы, чечевицы, ампер.-вольт. метры, ящики сопротивленій, манганитовую проволоку? 9. Какъ лучше устроить комнату для практическихъ занятій? 10. Въ какихъ книгахъ описаны сухіе элементы? 11. Какъ приготовлять водородъ? и т. д.

Кромѣ этого справочнаго отдѣла въ Бюллетенѣ можно найти нѣсколько статей другого характера, а именно: *Лемуанъ*: Геометрическая оптика и свѣтовыя волны. *Годіе.* Общее изученіе трубъ при помощи фотографической камеры. *Дево.* Демонстраціонный осциллографъ. *Севъ.* Измѣреніе емкости батарей. *Дельвалезъ.* Что можно сдѣлать съ шаромъ. *Блейнъ.* Практическія занятія въ Англіи.

Наконецъ, здѣсь можно встрѣтить болѣе мелкія статьи съ описаніемъ отдѣльныхъ опытовъ и задачъ.

Въ общемъ, чтеніе Бюллетеня союза французскихъ физиковъ очень интересно; оно отлично вводитъ читателя въ кругъ ежедневныхъ интересовъ французскихъ преподавателей физики. Можно было-бы пожелать, чтобы подобныя-же чувства одушевили

и русскихъ физиковъ. У насъ на рукахъ также не малая работа, и она пошла-бы у насъ лучше, если-бы мы послѣдовали примѣру французскихъ физиковъ. Мы готовы удѣлить для этого особое мѣсто на страницахъ Физическаго Обозрѣнія.

Г. Де-Метцъ.

11. *B. G. Teubner's Verlag* auf dem Gebiete der Mathematik, Naturwissenschaft und Technik nebst Grenzwissenschaften. Leipzig & Berlin,. 1908. Книгоиздательство Тейбнера въ Лейпцигѣ выпустило къ открытію Международнаго математическаго конгресса, имѣвшаго мѣсто въ Римѣ съ 6 по 11 апрѣля нынѣшняго года, большой томъ, въ которомъ собрана литература по математикѣ, физикѣ и другимъ сопредѣльнымъ наукамъ. Весь этотъ обширный матеріалъ удобно разбитъ на многочисленныя группы, и поэтому въ немъ легко оріентироваться. Кромѣ книгъ, раньше вышедшихъ въ свѣтъ, здѣсь указаны всѣ изданія Тейбнера до апрѣля 1908 г., какъ напечатанныя, такъ и находившіяся еще къ тому времени въ печати. Сборникъ посвященъ конгрессу и украшенъ портретами выдающихся физиковъ и математиковъ.

Г. Де-Метцъ.

Хроника.

28. *Сжиженіе гелія.* Какъ извѣстно, до сихъ поръ только гелій не обращался въ жидкое состояніе, но вотъ и онъ уступилъ настойчивымъ усиліямъ проф. лейденскаго университета Каммерлинга Оннеса. Опытъ удался при слѣдующихъ условіяхъ: газъ былъ охлажденъ до температуры жидкаго водорода, испарявшагося при 6 см. давленія, и сжатъ до 100 атмосферъ. При адіабатномъ расширеніи онъ обратился въ прозрачную и безцвѣтную жидкость; ея плотность равна 0,154; температура кипѣнія равна $4^0,5$ по абсолютной шкалѣ, а критическая температура немного больше 5^0; критическое давленіе около 2,3 атмосферы.

При уменьшенномъ давленіи жидкій гелій не твердѣетъ; можно ожидать, что онъ отвердѣетъ только при 1^0 по абсолютной шкалѣ. Безъ сомнѣнія, мы находимся передъ открытіемъ огромной важности, приближающемъ насъ къ температурѣ абсо-

лютнаго нуля. Проф. Каммерлингъ Оннесъ намѣренъ произвести рядъ изслѣдованій при этихъ исключительно низкихъ температурахъ. Revue générale des Sciences, 1908, p. 725.

29. *Вредное вліяніе ультрафіолетовыхъ лучей на глаза.* Шанцъ и Штокгаузенъ на съѣздѣ прошлаго года въ Дрезденѣ сообщали результаты своихъ наблюденій надъ дѣйствіемъ ультрафіолетовыхъ лучей, испускаемыхъ различными современными электрическими лампами, на глаза и пришли къ заключенію, что ультрафіолетовые лучи ихъ портятъ. Они даже приготовили особое стекло „euphos“, предназначенное для поглощенія лишнихъ ультрафіолетовыхъ лучей. Изслѣдованіе это было теперь провѣрено въ Гамбургской государственной лабораторіи и изъ сравнительныхъ наблюденій надъ солнечнымъ и искусственнымъ свѣтомъ Фёге пришелъ къ заключенію, что солнечный свѣтъ гораздо богаче ультрафіолетовыми лучами, чѣмъ электрическія лампы, и что послѣднія поэтому не такъ вредны для глазъ, какъ объ этомъ стали въ послѣднее время говорить.

Revue générale des Sciences, 1908, p. 766.

30. *Признакъ полнаго удаленія гипосульфита.* При фотографическихъ манипуляціяхъ какъ негативныхъ, такъ и позитивныхъ, очень важно заканчивать промываніе водою, когда гипосульфитъ совершенно удаленъ. А. О. Налисъ на основаніи своихъ опытовъ очень рекомендуетъ слѣдующій пріемъ: приготовить растворъ изъ 1000 куб. см. воды, 1 гр. марганцовистокислаго кали и 1 гр. углекислаго кали, отобрать въ пробирку немного воды изъ испытуемой ванны съ негативомъ или позитивомъ, а затѣмъ влить нѣсколько капель этого раствора. Если въ водѣ содержатся слѣды гипосульфита, то фіолетовый цвѣтъ раствора немедленно переходитъ въ свѣтло-желтый, въ противномъ случаѣ фіолетовый цвѣтъ сохраняется.

КОНЕЦЪ 9 ТОМА.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ СОДЕРЖАНІЯ

ДЕВЯТИ ТОМОВЪ

ФИЗИЧЕСКАГО ОБОЗРѢНІЯ.

1900—1908.

I. Механика и механическій отдѣлъ физики.

Корольковъ—Нѣсколько теоремъ о наибольшихъ и среднихъ величинахъ. II, 91. *Сусловъ*—Основныя положенія динамики. III, 101. *Садовскій*—Объ одной задачѣ изъ механическаго отдѣла общаго курса физики. III, 117. *Шиллеръ*—О возможномъ построеніи механики массъ, не опирающемся на вспомогательное опредѣленіе понятій о силѣ. IV, 1. *Зиловъ*—Маятникъ Фуко. IV. 76. *Ауэрбахъ*—Энергія и энтропія. IV, 146 и 229. *Пикаръ*—Механика и энергетика, VII, 241 и 290. *Салтыковъ*—Объ основныхъ законахъ механики. VIII, 117. Способъ Дюара приготовленія пустоты. IX, 118. Высота подъема баллоновъ зондовъ. IX, 118. Вращеніе земли около солнца. IX, 231. *Гилльомъ*—Объемъ килограмма воды. IX, 287.

Приборы и опыты механическаго отдѣла. *Григорьевъ*—Подвѣсъ для приборовъ. IV, 123. *Ростовцевъ*—Волновая машина. IV, 165. *Риттеръ*—Сегнерово колесо. VI, 142. *Вальтеръ*—Новый клей для физическихъ аппаратовъ. VII, 114. *Динникъ*—Упругость воздуха. VII, 231. *Корзепіусъ*—Новый припой тинолъ. VII, 279. *Лейбольдтъ*—Новый ртутный насосъ д-ра Геде. VIII, 280. *Умовъ*—Гидростатическій опытъ. IX, 48.

II. Статьи общаго содержанія.

Пойтингъ—Гипотезы въ физикѣ. I, 70. *Липпманъ*—Новые газы атмосферы. I, 116. *Пуанкаре*—Теорія и опытъ. I, 164. *Зиловъ*—Всемірное тяготѣніе. I, 195. *Михельсонъ*—Физика передъ судомъ прошедшаго и передъ запросами будущаго. I, 227 и 251. *Де-Метцъ*—Столѣтіе метрической системы. II, 1. *Пелла*—О началѣ міра. III, 130. *Лебедевъ*—Физическія причины, обусловливающія отступленія отъ гравитаціоннаго закона Ньютона. IV, 43. *Рамзай* и *Содди*—Полученіе гелія и радія. IV, 253. *Бальфуръ*—Новая теорія матеріи. VI, 75. *Умовъ*—Эволюція атома. VII, 67. *Менделѣевъ*—Попытка химическаго пониманія міроваго эѳира. VII, 117 и 179. *Лауденбахъ*—О чистой водѣ. VII, 164. *Рутерфордъ*—Гелій, VIII, 9. *Вейнбергъ*—Релаксація и внутреннее треніе твердыхъ тѣлъ. VIII, 61. *Лучицкій В.*—Пластичные „жидкіе" кристаллы, VIII. 135. *Лучицкій В.*—Кристаллическія жидкости. VIII, 190. *Вейнбергъ*—Внутреннее треніе льда и физическія теоріи ледниковъ. VIII, 229. *Морозовъ*—Періодическая система химическихъ элементовъ въ ея теоретическомъ выводѣ. IX, 73 и 121. *Котовичъ*—Движеніе матеріи въ эѳирѣ. IX, 197.

III. Теплота.

Соколовъ— Сжиженіе газовъ. I, 1 и 45. *Лебедевъ*—Жаръ вольтовой дуги. I, 86. *Лебедевъ*—Способы полученія высокихъ температуръ. I, 99. *Спрингъ*— Движеніе частицъ твердаго тѣла. II, 25. *Кальбаумъ*—Перегонка металловъ. II. 31. *Хвольсонъ*—Perpetuum mobile. II, 105. *Варбургъ*—Кинетическая теорія газовъ. III, 70. *Дюаръ*—Абсолютный нуль температуръ. III, 125. *Зиловъ*—Кинетическая теорія растворовъ. III, 212. *Клеркъ*—Изслѣдованія надъ низкими температурами, произведенныя въ Лондонскомъ Королевскомъ Институтѣ. III, 235. *Дюаръ*—О холодѣ. IV, 15. *Кольбе*—Новые термоскопы. IV, 32. *Дрентельнъ*— Опредѣленіе плотности углекислаго газа. IV, 263. *Пфаундлеръ*—Модели для кинетической теоріи газовъ. V, 263. *Зиловъ*—Испареніе и осѣданіе. VI, 237. *Лермантовъ*—Простѣйшій приборъ для демонстраціи расширенія при нагрѣваніи. VII, 174. *Хвольсонъ*—Черная температура. VII, 235. *Дементьевъ*—Къ вопросу полученія высокихъ температуръ въ техническихъ и научныхъ лабораторіяхъ. VII, 252. *Гопіусъ*—Опредѣленіе механическаго эквивалента тепла аппаратомъ Каллендара. VII, 272. *Корольковъ*—Задачи на примѣненіе I и II законовъ механической теоріи тепла. VIII, 21. *Красковскій*—Сжиженіе амміака въ классѣ VIII, 217. Плавленіе тантала. IX, 118. *Ваттсъ*—Температура кипѣнія металловъ. IX, 174. *Обергофферъ*—Удѣльная теплота желѣза. IX, 175. *Парсонъ* и *Свинтонъ*—Преобразованіе алмаза въ уголь. IX, 175. Теплопроизводительность различныхъ газовъ. IX, 288. Сжиженіе гелія. IX, 337. *Миллошо*—Температура солнца. IX, 20. Техническое приготовленіе сжатыхъ газовъ Кіевскимъ Обществомъ Карбоникъ. IX, 219.

IV. Звукъ.

Лебедевъ—Успѣхи акустики за послѣдніе десять лѣтъ. VI, 1 и 143. *Вудъ*—Давленіе звуковой волны. VI, 235. *Мейкельсонъ*—Звуковая тѣнь. VII, 55. *Мейкельсонъ*—Диффракція звука. VII, 55. *Лепинъ* и *Маше*—Примѣненіе сжатаго газа къ опредѣленію числа колебаній помощью сирены. VII, 232. *Лепинъ* и *Маше*—Демонстрація стоячихъ звуковыхъ волнъ. VII, 279. *Маражъ*—Акустическія свойства аудиторій. VIII, 247. *Берлинеръ*—Авксетофонъ. IX, 143.

V. Свѣтъ.

Корню—Теорія свѣтовыхъ волнъ и ея вліяніе на современную физику. I, 20. *Лебедевъ*—Проложеніе съ оборотною призмою. I, 33. *Шиллеръ*—Замѣтка по методологіи ученія о двойномъ преломленіи. I, 145. *Рубенсъ*—Инфракрасные лучи. I, 265. *Зиловъ*—Электромагнитная теорія свѣта. II, 60. *Корню*—Скорость свѣта. II, 140. *Михельсонъ*—Очерки по спектральному анализу. II, 165, 231 и 273. *Шиллеръ*—Замѣтка о законѣ Допплера. II, 184. *Зиловъ*—Явленіе Зеемана. II. 284. *Косоноговъ*—Оптическій резонансъ. IV, 167. *Зиловъ*—Луминесценція. IV, 222. *Михельсонъ*—Выводъ элементарныхъ формулъ геометрической оптики. V, 10. *Луммеръ*—Задачи освѣтительной техники. V, 21 и 66. *Роше*— Свѣтъ и электричество. V. 97 и 152. *Корню*—Дальнодѣйствіе и волны. V. 115. *Розенбергъ*—Оптическіе обманы. V, 143. *Мейкельсонъ*—Эѳиръ. V, 158. *Пойтингъ*—Радіація въ солнечной системѣ. V, 253. *Де-Метцъ*—Цвѣтная фотогра-

фія. VI, 51. *Ролландъ*—Иллюстрація резонанса. VI, 92. *Тимирязевъ*—Современное ученіе объ аномальной дисперсіи. VI, 97. *Кордышъ*—Закономѣрности въ спектрахъ. VI, 193. *Келеръ*—Микрофотографія. VII, 106. *Зиловъ*—Свѣтовыя волны VII, 140 и 202. *Рубенсъ*—Лучеиспусканіе колпачковъ накаливанія. VII, 302. *Зиловъ*—Теорія микроскопа. VIII, 1. *Корнъ*—Телефотографія. VIII, 88. *Черный*—Гамбургская экспедиція для наблюденія полнаго солнечнаго затменія въ августѣ 1905 г. VIII, 141. *Де-Метцъ*—Цвѣтная фотографія по способу А. и Л. Люмьеръ. VIII, 285. *Корольковъ*—Къ теоріи линзъ и ихъ комбинацій. IX, 136. *Коль*—Демонстраціонный аппаратъ для телефотографіи. IX, 151 *Розенбергъ*—Новый оптическій обманъ. IX, 156. *Черный*—Геометрическая теорія солнечныхъ часовъ. IX, 187. *Миллошо*—Строеніе солнца. IX, 191. *Лоренцъ*—Свѣтъ и строеніе матеріи. IX, 289. *Лапортъ*—Эталоны силы свѣта. IX, 305. Вредное вліяніе ультра-фіолетовыхъ лучей на глаза. IX, 338.—Признакъ полнаго удаленія гипосульфита. IX, 338.

Оптическіе приборы. *Роше* — Демонстрація нѣкоторыхъ оптическихъ явленій. III, 52. *Умовъ*—Стереоскопическій дальномѣръ, IV, 125. *Рейхертъ*—Механическое усовершенствованіе въ микроскопѣ. VII, 174. *Люмьеръ*—Новыя діапозитивныя пластинки, проявляемыя при дневномъ свѣтѣ. VII. 232. *Зиловъ*—Простой спектроскопъ. VIII, 114. *Торпъ*—Диффракціонная рѣшетка. VIII, 165. *Лизегангъ*—80000 діапозитивовъ. VIII, 220. *Крюссъ*—Проекціонный фонарь съ коротко-фокусною линзою. IX, 46. Аппаратъ Гартля. IX, 114. *Бейлей*—Репродукція съ автохромныхъ пластинокъ. IX, 230. *Слѣсаревскій*—Спектръ поглощенія азотноватаго ангидрида. Свѣтъ отраженный и разсѣянный IX, 171.

VI Электричество и магнитизмъ.

Лебедевъ—Шкала электромагнитныхъ волнъ въ эѳирѣ. II, 49 и 217. *Рихарцъ*—Отношеніе электромагнитныхъ и электростатическихъ единицъ. II, 123. *Абрагамъ*—Максвелловское *v*. II, 145. *Блондло* и *Гюттонъ*—Скорость электромагнитныхъ волнъ. II, 151.

Электрическія и магнитныя явленія. *Биша* и *Свингедау* — Актиноэлектрическія явленія. II, 293. *Хвольсонъ*—Современное состояніе ученія объ электрическихъ и магнитныхъ явленіяхъ. III, 1. *Мышкинъ*—Свойства наэлектризованнаго острія. III. 55. *Зиловъ*—Магнитное запаздываніе. III, 84. *Соколовъ*. Современное состояніе ученія объ электричествѣ. III, 167 и 227. *Жукъ*—Демонстрація пондеро-моторныхъ силъ, возникающихъ при электризаціи. III, 205. *Зиловъ*—Механизмъ вольтова столба. III, 271. *Жукъ*—Электрическія взаимодѣйствія. IV, 9. *Нернстъ*—Химическая теорія электричества. IV, 58. *Корольковъ*—Электрическій токъ въ воздухѣ. IV, 138. *Зиловъ*—Электрическія взаимодѣйствія на границѣ двухъ средъ. IV, 180. *Зиловъ*—Развѣтвленіе токовъ. V, 171. *Ростовцевъ*—Сопротивленіе проводниковъ. V, 213. *Пучіанти*—Электрическая аналогія съ діамагнитизмомъ. VI, 95. *Романовъ*—Электромагнитныя колебанія. Индикаторы электрическихъ колебаній. VII, 10 и 151. *Зиловъ*—Явленіе Фарадея. VII, 32. *Брюнъ*—Магнитизмъ вулканическихъ породъ. VII, 310. *Кольбе*—Опредѣленіе сгустительной силы конденсатора и разности потенціаловъ электрофорной машины при помощи градуированнаго алюминіеваго электрометра. VIII, 212. *Гезехусъ*—Причины электризаціи соприкосновенія и тренія. VIII, 302.

телеграфа въ Испаніи. IX, 231. *Любанскій*—Полюсная бумага. IX, 115. *Слесаревскій*—Поляризація электродовъ. IX, 171. *Зеддигъ* и *Фишеръ*. Силовыя линіи. IX, 287. *Марчъ*—Новый сплавъ для реостатовъ. IX, 288.

VII. Педагогическіе вопросы.

Вейнбергъ—Постановка практическихъ занятій по физикѣ въ Новороссійскомъ университетѣ. VI, 41. *Де-Метцъ*—О согласованіи преподаванія физики въ гимназіи и университетѣ. VI, 150. *Де-Метцъ*—Къ реформѣ преподаванія физики въ средней школѣ. VII, 252. *Яницкій*—Учебная физическая лабораторія Парижскаго математическаго факультета. VIII, 25. *Сусловъ*—Каникулярные курсы при университетѣ Св. Владиміра для преподавателей физики Кіевскаго учебнаго округа. VIII, 41. *Де-Метцъ*—О постановкѣ практическихъ занятій по физикѣ въ средне-учебныхъ заведеніяхъ. VIII, 98. *Поповъ В.*—Нѣсколько словъ о преподаваніи физики въ средней школѣ. VIII. 198. *Дельвалезъ*—Постановка практическихъ занятій по физикѣ въ средне-учебныхъ заведеніяхъ Франціи. VIII, 258. Преподаваніе физики въ Шотландіи. IX, 91. *Вольфенсонъ*—Къ вопросу объ элементарномъ математическомъ доказательствѣ въ физикѣ. IX, 108. *Масулье*—Задачи для практическихъ занятій по физикѣ въ Америкѣ. IX, 169. *Индриксонъ*—О постановкѣ практическихъ занятій по физикѣ въ средней школѣ въ настоящее время. IX, 212. *Фишеръ*—О приготовленіи учителей физики. IX, 267. *Вейнбергъ*—Физическія изслѣдованія въ скромной обстановкѣ. IX, 318.

VIII. Некрологи и біографіи.

Пильчиковъ—Некрологъ Корню. IV, 50. *Де-Метцъ*—Памяти Ѳ. Н. Шведова. VII, 1. *Де-Метцъ*—Памяти Пьера Кюри. VII, 219. *Пуанкаре*—Памяти Пьера Кюри. VII, 229. *Страусъ*—Памяти А. С. Попова. VII, 283. *Курбатовъ*—Жизнь и труды Д. И. Менделѣева. VIII, 173, 245 и 309. *Зееманъ*—Сэръ Уильямъ Круксъ. IX, 1. *Пуанкаре*—Лордъ Кельвинъ. IX, 57. Некрологъ Н. Д. Пильчикова. IX, 176. *С. П. Томпсонъ*—Лордъ Кельвинъ. IX, 256. *Похороны* Лорда Кельвина. IX, 264. Некрологи М. Коля и В. И. Красковскаго. IX, 285. *Дарбу*—Г. Беккерель. IX, 329.—Некрологи Э. Маскара и А. Вюлльнера. IX, 332.

IX. Описаніе учрежденій и отчеты о съѣздахъ.

Давыдовскій—Итоги съѣзда преподавателей физ.-химическихъ наукъ. I, 123. *Зиловъ*—Физическій конгрессъ. I, 159. *Галанинъ*—Выставка физическихъ приборовъ на съѣздѣ преподавателей физ.-хим. наукъ. I, 217. *Лермантовъ*—Оригинальные приборы физ. лабораторіи С.-Петерб. университета. II, 39 и 259. *Ротэ*—Пасхальное засѣданіе Француз. Физ. Общества въ 1901 г., 1902 г., 1903 г., 1904 г., 1905 г., 1906 и 1907 г.г. II, 245 и 309. III, 315; IV, 196 и 256, V, 222; VI, 176 и 262; VII, 318. VIII, 325. V, IX, 38. *Зиловъ*—XI съѣздъ русскихъ естествоиспытателей и врачей 1901 г. III, 90. *Доброхотовъ*—Главная Палата мѣръ и вѣсовъ. III, 194. *Терешинъ*—Императорская Военно-Медицинская Академія. III, 198. *Игнатовскій*—Выставка физическихъ приборовъ на XI съѣздѣ естествоиспытателей и врачей, III, 267. *Ростовцевъ*—Варшавскій съѣздъ преподавателей физики и математики 27—30. XII, 1902 г. IV, 162. *Вернеръ-Веркъ*—Акціо-

X. Оборудованіе физическаго кабинета.

XI. Классные опыты и практическія упражненія.

XII. Портреты.

ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ

ДЕВЯТИ ТОМОВЪ

ФИЗИЧЕСКАГО ОБОЗРѢНІЯ.

1900—1908 г.г.

